



Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão Bibliográfica no Período de 2000 a 2012.

Dissertação de Mestrado

Inês Jordão

Mestrado em Ortodontia e Cirurgia Ortognática FMUP

2012

Coorientação: Prof. Dr. Josep Ustrell

Dr. João Correia Pinto

Dedicatória

Dedico este trabalho:

À minha mãe MARIA DA CONCEIÇÃO e pai ARTUR, pela paciência, carinho,
amor dedicado e suporte financeiro.

Ao RAFAEL e ANA JORDÃO pela compreensão, amor, dedicação e apoio
incondicional.

Às minhas sobrinhas MARIA JOÃO e CATARINA porque são uma alegria.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

Agradecimentos

Aos Professores do Mestrado de Ortodontia e Cirurgia Ortognática, pelos ensinamentos e pela amizade.

Ao Professor Dr. Josep Ustrell e ao Dr. João Correia Pinto, pela dedicação e compreensão.

Aos meus colegas de curso Ana Castanheira, Madalena e Nina pela convivência e aprendizado mútuo.

Aos funcionários do Serviço de Estomatologia do Hospital de São João, pela atenção e prontidão no serviço.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

Resumo

O termo reabsorção dentária inclui todas situações em que os tecidos dentários mineralizados são eliminados pelas células clásticas em algum ponto da superfície interna ou externa do dente.

As reabsorções dentárias patológicas são classificadas em: inflamatória e por substituição. A reabsorção inflamatória decorre de um agente agressor, que leva à lesão externa e/ou interna. As reabsorções inflamatórias externas são divididas em: cervical, lateral e apical. A reabsorção radicular apical externa caracteriza-se pela diminuição do comprimento radicular, na diminuição do periodonto de sustentação e resulta de lesões periapicais, traumatismo dentário, reimplantes, movimento dentário induzido, trauma oclusal e bruxismo. Essa reabsorção é um dos mais comuns e indesejáveis efeitos colaterais da movimentação dentária ortodonticamente induzida.

A concentração de forças no periodonto, principalmente no terço apical, pode provocar um desequilíbrio na homeostase local, resultando nas reabsorções radiculares.

A reabsorção radicular externa suave resultante do tratamento ortodôntico não diminui a longevidade e nem a capacidade funcional dos dentes envolvidos. Entretanto, se mais da metade do comprimento radicular é perdida pela reabsorção, a função e a manutenção do dente afetado podem ser comprometidas.

Segundo Goldson e Henrikson (1975); Massler e Malone (1954), a prevalência de reabsorção radicular em doentes que se submeteram ao tratamento ortodôntico é de 100%. Massler e Malone (1954) afirmam que 93% dos dentes movimentados apresentaram algum grau de diminuição do comprimento radicular.

A etiologia da reabsorção radicular apical parece depender de fatores gerais, sendo estes a hereditariedade, o gênero, a idade e o estado de saúde; e locais, como tipo de má oclusão, hábitos, traumatismo prévio e morfologia radicular; e mecânicos, como magnitude da força ortodôntica, intervalo de aplicação da força, tipo e duração da força.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

Tendo em mente estes parâmetros, este trabalho propôs-se a realizar uma revisão de literatura sobre a reabsorção radicular apical externa associada ao tratamento ortodôntico, considerando a morfologia radicular, os tipos de movimentos dentários, tipo e duração da força e técnicas ortodônticas.

Com esta revisão bibliográfica foi possível concluir que:

- Dentes com raízes dilaceradas, pontiagudas ou em forma de pipeta; os movimentos ortodônticos de “vai-e-vem” e a tração ortodôntica de caninos superiores impactados são fatores de risco para reabsorção radicular;
- A quantidade de movimentação horizontal dos incisivos superiores tem relação com a reabsorção radicular apical destes dentes;
- Os movimentos de intrusão e de extrusão dentária e de torque vestibular e lingual de raiz devem ser executados tendo em consideração a localização anatômica das tabuas ósseas corticais, associadas a movimentos com forças suaves;
- A força ortodôntica deve ser suave, intermitente e dissipante;
- O uso de elásticos intermaxilares deve ser realizado com cautela, principalmente nos dentes de apoio para estes elásticos;
- A reabsorção radicular apical não progride após a remoção do aparelho ortodôntico.

Palavras-chave: Ortodontia; movimento ortodôntico; força ortodôntica; reabsorção radicular

Abstract

The expression dental resorption includes all situations that mineralized dental tissues are eliminated by clastic cells in some spot of the internal or external surface of the teeth.

The pathological dental resorptions are labeled in: inflammatory and substitution. The inflammatory resorption occurs in a presence of an aggressor agent, that leads to an external and/or internal lesion. The external inflammatory resorptions are divided in: cervical, lateral and apical. The external apical root resorption is characterized by the the root length reduction, sustentation periodontium reduction and is a result of periapical lesions, dental trauma, reimplantations, induced tooth movement, occlusive trauma and bruxism. That resorption is one of the most common and undesirable side effects from the orthodontically induced dental movement.

The concentration of forces in the periodontium, maily in the apical third, may cause an unbalance in the local homeostasis, resulting in root resorptions.

The soft external root resorption that is a result from the orthodontic treatment doesn't diminishes the longevity nor the functional capacity of the teeth involved. Meanwhile, if more than half of the root length is lost by the resorption, the affected teeth function and maintenance might be compromised.

According to Goldson and Henrikson (1975); Massler and Malone (1954), the root resorption prevalence in the patients that have been submitted to the orthodontic treatment is 100%. Massler and Malone (1954) claim that 93% from the teeth moved show some diminishing rate of the root length.

The apical root resorption etiology seems to depend from general factors, these being heredity, gender, age and the health conditions, and locals, like bad occlusion type, habits, prior trauma e root morphology, and mechanics, like the magnitude of the orthodontic force, force application interval, type and duration of the force.

Having in mind these parameters, this essay proposed to perform a literature review about external apical root resorption associated to the orthodontic treatment, considering the root morphology, the types of dental moves, type and force duration and orthodontic techniques.

With this bibliographic review was possible to conclude that:

- Teeth with dilacerated roots, sharp or in pipette shape and the orthodontic traction of the impacted superior canines are risk factors for the root resorption;
- The quantity of horizontal movement of the superior incisors has a relation with the apical root resorption of these teeth;
- The movements of dental intrusion and extrusion and buccal torque and lingual root must be done considering the anatomic location of the cortical bone plates, associated to soft forces movements;
- The orthodontic force must be soft, periodic and dissipating;
- The use of intermaxillary elastics must be done with caution, mainly in the support teeth for the elastics; and;
- The apical root resorption doesn't progresses after the removal of the orthodontic apparatus.

Keywords: Orthodontics; orthodontic movement; orthodontic force; root resorption.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

Índice

Introdução-----	03
Estado da arte-----	05
Antecedentes históricos do tema 1940-1999-----	11
Objetivos-----	23
Material e Métodos-----	25
Resultados – Revisão da literatura 2000-2012-----	27
Discussão-----	65
Conclusões-----	83
Referências Bibliográficas -----	85

ANEXOS

Anexo I - Índice de abreviaturas -----	I
Anexo II - Tabela resumo do Capítulo 3 – Antecedentes históricos do tema 1940-1999 -----	III
Anexo III – Tabela resumo do Capítulo 6 – Resultados – Revisão da literatura 2000-2012-----	IX

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

1. Introdução

O primeiro estudo publicado relacionado com o tema das reabsorções radiculares em associação ao tratamento ortodôntico foi publicado em 1914 por Otollengui que descreveu a possibilidade de existência de uma relação entre a ortodontia e a reabsorção radicular apical, contudo esta hipótese só pode ser comprovada radiologicamente por Ketcham em 1927.

A reabsorção é uma condição associada a um processo fisiológico ou patológico que resulta na perda de substância de um tecido mineralizado. Este fenómeno resulta única e exclusivamente da atuação de fatores locais que eliminam a camada de cementoblastos. A reabsorção é externa quando se inicia no ligamento periodontal e afeta as superfícies externas do dente, resultando na perda de cimento, dentina e/ou osso alveolar.

Apesar de a reabsorção radicular ocorrer em pessoas que nunca foram submetidos a tratamento ortodôntico a incidência em doentes tratados ortodonticamente é significativamente mais alta.

As principais razões para a ocorrência das reabsorções radiculares dirigem-se aos fatores associados com a técnica ortodôntica e à morfologia radicular. A proporção coroa/raiz e a pré-existência de sinais prévios de reabsorção também se encontram enumerados como fatores de risco para a reabsorção radicular associada à terapêutica ortodôntica.

A prevalência de reabsorção radicular em indivíduos que se submeteram ao tratamento ortodôntico é de 100%, e 93% dos dentes movimentados apresentaram algum grau de encurtamento radicular.

A etiologia da reabsorção radicular apical parece depender de fatores gerais, sendo estes a hereditariedade, o gênero, a idade e o estado de saúde; e locais, como tipo de má oclusão, hábitos, traumatismo prévio e morfologia radicular; e mecânicos, como

magnitude da força ortodôntica, intervalo de aplicação da força, tipo e duração da força.

Apresentados estes fatores, este trabalho propõe-se a realizar uma revisão de literatura sobre a reabsorção radicular apical externa associada ao tratamento ortodôntico, considerando a morfologia radicular, os tipos de movimentos ortodônticos, tipo e duração da força ortodôntica e técnicas ortodônticas.

Este trabalho de revisão da literatura propõem-se a verificar as possibilidades de movimentação ortodôntica na presença de reabsorções radiculares prévias ou durante o tratamento ortodôntico. Apesar das reabsorções apresentarem magnitude variável e serem, na maioria dos casos imprevisíveis, a redução do comprimento radicular normalmente não chega a comprometer a função do dente na arcada e a longevidade dos elementos dentários induzidos. Contudo, perante uma reabsorção moderada ou extrema, o tratamento ortodôntico é condicionado, podendo mesmo ser alterado, tendo em consideração os fatores de risco e o grau de reabsorção radicular.

2. Estado da arte

Durante a movimentação ortodôntica, a compressão no ligamento periodontal pode provocar necrose dos cementoblastos desta região, expondo a dentina à ação das células de reabsorção: osteoclastos e macrófagos, que iniciam o processo de reabsorção radicular externa, proveniente do tratamento ortodôntico. Essa reabsorção, caracterizada pela diminuição do comprimento radicular dentário, é um dos mais comuns e indesejáveis efeitos colaterais da movimentação dentária ortodôntica. Sabe-se que a reabsorção apical pode comprometer a longevidade e a capacidade funcional do dente afetado dependendo da sua magnitude, pois altera a estrutura, o volume e o contorno radicular, em função da delicadeza da região apical. A reabsorção radicular externa decorrente do tratamento ortodôntico geralmente reflete-se sendo suave¹⁰⁵ não diminuindo desta forma a longevidade nem a capacidade funcional dos dentes envolvidos mostra-se assintomática e preserva a vitalidade pulpar, sem alteração na coloração dos dentes. Entretanto, se mais de metade do comprimento radicular é perdido pela reabsorção, a função e a manutenção do dente afetado pode ser comprometida. Normalmente o fenômeno da reabsorção radicular cessa no momento em que a força ortodôntica é removida.

A classificação mais utilizada para a reabsorção radicular apical externa em relação à movimentação dentária induzida é a classificação de Levander e Malmgren de 1988, que classifica as reabsorções radiologicamente de acordo com a gravidade.

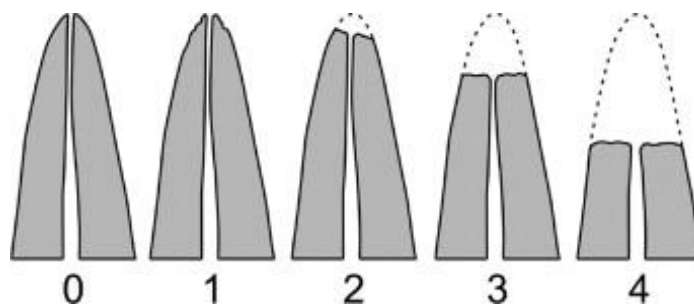


Figura 1 – Classificação de Levander, Malmgren (1988), que estabelece estágio 0 como ausente de reabsorção; 1. reabsorção mínima (contorno apical irregular); 2. reabsorção moderada (≤ 2 mm); 3. Reabsorção severa (> 2 mm $< 1/3$ da raiz); 4. Reabsorção extrema ($> 1/3$ da raiz)⁹²

Definições prévias importantes

Definição de reabsorção radicular

A reabsorção é uma condição associada a um processo fisiológico ou patológico que resulta na perda de substância de um tecido mineralizado como a dentina, o cemento ou o osso alveolar.

A reabsorção é externa quando se inicia no ligamento periodontal e afeta as superfícies externas do dente, resultando na perda de cemento, dentina e/ou osso alveolar.

Trata-se de um fenómeno complexo e multifatorial, já que possui variáveis biológicas e mecânicas e também, produz diferentes graus de severidade.

a) Reabsorção radicular fisiológica

A reabsorção dentária fisiológica ocorre nos dentes decíduos e caracteriza-se pela perda gradativa do cemento e da dentina (rizólise) e está geneticamente programado, mas paralelamente à reabsorção dos mesmos, há o desaparecimento natural da polpa e do ligamento periodontal resultando na exfoliação dentária. O processo de exfoliação dos dentes decíduos está geneticamente programado e na ausência do sucessor permanente, a rizólise ocorre mais lentamente, podendo prolongar-se por muitos anos.

b) Reabsorção radicular patológica

As raízes dos dentes permanentes não são normalmente reabsorvidas, pois são revestidas por pré-cemento e cementoblastos. Estas células não possuem recetores para mediadores dos processos inflamatórios, como citocinas e interleucinas, tal como também não possuem recetores de hormonas que aceleram ou diminuem o processo

de remodelação óssea, sendo então não sensíveis aos mediadores da reabsorção óssea.

Esta camada de cementoblastos é responsável pela manutenção, defesa e reparação da raiz mantendo a integridade do cimento e dentina.

Quando esta camada sofre lesão ocorre o desenvolvimento do processo de reabsorção radicular.

Os tecidos mineralizados da raiz dentária dos dentes permanentes quando sofrem reabsorção é considerada invariavelmente patológica devido à ausência de renovação dessas estruturas, ao contrário do que ocorre no tecido ósseo, cuja renovação se faz constantemente.¹⁴

Classificação das reabsorções radiculares patológicas

Inúmeras classificações para as reabsorções radiculares patológicas têm sido propostas, gerando bastante controvérsia e dificuldades quanto ao estabelecimento do diagnóstico e da melhor conduta terapêutica a ser empregada. Entretanto, basicamente podem ser divididas de acordo com o local de origem, a natureza e o padrão de evolução clínica.

As reabsorções dentárias patológicas são classificadas em: *inflamatória* e *por substituição*.

A reabsorção por substituição é um tipo inflamatório de rizólise, seguida de substituição do tecido radicular reabsorvido por osso. Sendo, a anquilose o resultado tardio deste processo, originando a ligação direta do cimento ao osso alveolar. A reabsorção inflamatória é mantida por uma inflamação subsequente ao trauma ou agente agressor, progredindo enquanto o estímulo inflamatório persistir. A reabsorção inflamatória de acordo com o sítio de acometimento da raiz pode ser lateral, apical ou cervical.

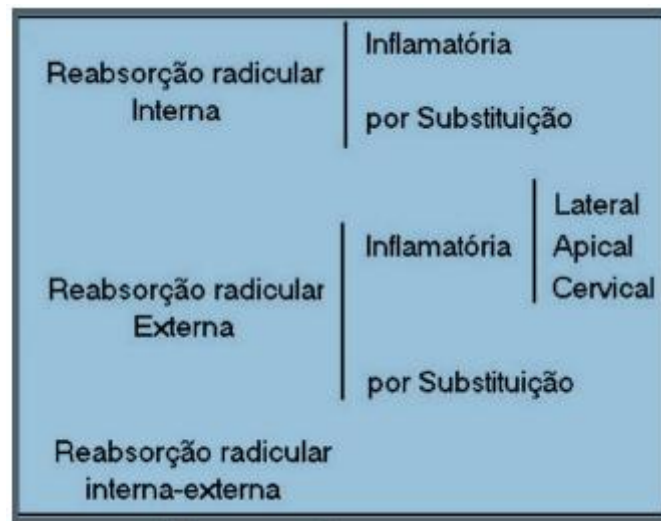
As reabsorções inflamatórias podem ser classificadas segundo a localização em: *interna, externa ou combinada*.

As internas são geralmente causadas por traumatismos, cáries, pulpites e restaurações profundas; podem atingir a porção radicular e/ ou coronária. As reabsorções externas localizam-se na porção radicular ou na junção amelocementária. A reabsorção cervical externa relaciona-se especialmente com os procedimentos e substâncias utilizadas no branqueamento dentário e com os traumatismos. A reabsorção radicular lateral ocorre ao longo da região média da raiz podendo ser causada por agentes químicos, movimentação ortodôntica, lesões periapicais crônicas, reimplantes dentários. A reabsorção radicular apical caracteriza-se pela diminuição do comprimento do dente segundo o seu longo eixo e na diminuição do periodonto de sustentação e resulta de lesões periapicais, traumatismo dentário, reimplantes, movimento dentário induzido ortodonticamente, trauma oclusal e bruxismo.

Na progressão clínica do processo de reabsorção radicular, pode-se considerar que há casos onde a reabsorção é autolimitante, sendo chamados de transitórios, e há aqueles onde a reabsorção é progressiva. A reabsorção radicular transitória ocorre naqueles casos onde o agente lesivo causou um pequeno dano à superfície radicular, que por ser incapaz de gerar e manter uma resposta inflamatória, é revestido por nova camada de cementoblastos, sendo assim reparado. A reabsorção radicular progressiva refere-se aos tipos de reabsorção que são mantidos pela inflamação e, em geral, se não tratados resultam na perda do dente afetado.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.



Esquema 1 – Classificação das reabsorções radiculares patológicas, considerando a localização e natureza. ^{10,50}

A reabsorção radicular externa é um tipo de reabsorção progressiva inflamatória, com localização na superfície lateral e apical da raiz, tendo seu início no periodonto devido à contínua ação de um estímulo desencadeando um processo inflamatório. Para que ocorra a reabsorção externa, há necessidade que ocorra um processo inflamatório associado para atuar como fonte de mediadores químicos, com áreas de superfície radicular sem recobrimento celular e de pré-dentina.

A condição pode ser transitória ou não e o paciente não experimenta desconforto, a não ser que o canal dentário seja atingido ou haja infecção periodontal.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

3. Antecedentes históricos do tema 1940-1999

Em 1940 Rudolph efetuou um estudo de reabsorção radicular, tendo como amostra 513 indivíduos tratados ortodonticamente. Destes 219 do sexo masculino e 293 do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 7 e os 21 anos de idade. Foi efetuado exame radiológico antes do tratamento e anualmente durante o tratamento. Com este estudo, o autor pode concluir que ocorreu uma maior incidência de reabsorção radicular com o aumento da idade de início do tratamento. Também foi concluído que a incidência de reabsorção radicular aumenta com o aumento do tempo de tratamento.⁹⁶

Em 1941 Hemley utilizou radiografias de 195 indivíduos no seu estudo. Efetuando comparações tendo como recurso radiografias pré-tratamento ortodôntico e 1 ano pós-tratamento. Concluiu que 21,5% dos indivíduos apresentavam reabsorção radicular pós-tratamento. Os Incisivos centrais inferiores apresentaram maior reabsorção que os incisivos centrais superiores; os incisivos laterais superiores apresentaram maior reabsorção que os incisivos laterais inferiores; os caninos superiores apresentaram maior reabsorção que os caninos inferiores; os primeiros pré-molares superiores apresentaram maior reabsorção que os segundos pré-molares superiores, sendo que os pré-molares inferiores não apresentam reabsorção radicular.⁴⁴

Henry e Weinmann em 1951 efetuaram um estudo histológico recorrendo a 261 dentes extraídos de 15 cadáveres com idades compreendidas entre 16 e 58 anos. Observaram evidência histológica de reabsorção radicular em 90,5% dos dentes, sendo que 76,8% apresentavam reabsorção radicular no 1/3 apical da raiz. Verificaram, também existir mais e maior quantidade de superfície radicular absorvida com o aumento da idade.⁴⁵

Massler e Malone efetuam um estudo em 1954 utilizando 789 indivíduos e avaliando as radiografias periapicais pré e pós-tratamento. A amostra foi dividida em 2 grupos: grupo 1 com 708 indivíduos com idades entre 12 e 49 anos a quem não foi efetuado tratamento ortodôntico; grupo 2 com 81 indivíduos com idades entre 12 e 19 anos que foram tratados ortodonticamente com técnica Edgewise. No grupo 1 todos os

indivíduos apresentavam algum grau de reabsorção radicular apical; 1,6% dos dentes examinados não apresentavam reabsorção radicular apical. Não foi verificada diferença entre os gêneros. Verificou-se uma maior incidência nos incisivos inferiores, seguida dos incisivos laterais superiores, depois os pré-molares, seguida de incisivos centrais superiores, precedendo os caninos superiores. Já no grupo 2, observaram que 93,3% dos dentes examinados apresentavam reabsorção radicular apical. Verificaram uma maior incidência nos incisivos superiores, seguida de incisivos inferiores, depois primeiros molares superiores, seguidos os pré-molares superiores, precedendo os caninos superiores.⁷²

Philips em 1955 analisou radiografias periapicais de 69 indivíduos e telerradiografias de 62 indivíduos, pré e pós-tratamento. Obteve como resultados de reabsorção radicular: 84,1% no incisivo central superior; 83,2% no incisivo lateral superior; 71,7% no incisivo central inferior; 65,9% no incisivo lateral inferior; 27,6% no canino superior e 18% no canino inferior. Concluiu, então que a incidência de perda de raiz apical pode ser atribuída a forças ortodônticas, geralmente de grau clinicamente insignificante e não comprometendo a longevidade do dente nem a função.⁸⁹

Em 1974, Reintan efetuou um estudo histológico com recurso a 72 pré-molares de 32 indivíduos com idades entre os 9 e os 16 anos. Então foram extruídos com força entre 25-40 gramas (g) 16 dentes, a 14 dentes foram aplicados força inferior a 120 g promovendo extrusão, 18 dentes foram intruídos com forças entre 25-90 g, e aos outros 24 dentes foi aplicada uma força de entre 30-240 g promovendo o movimento de inclinação. O autor concluiu que os movimentos de extrusão, intrusão e inclinação promovem reabsorção radicular na maioria dos casos.⁹³

Goldson e Henrikson em 1975 avaliaram radiografias periapicais de 42 indivíduos tratados ortodonticamente com técnica de Begg com exodontias de primeiro pré-molar superior e inferior, com tempo medio de tratamento de 19,8 meses. As radiografias periapicais analisadas foram as radiografias pré-tratamento; radiografias após o fecho dos espaços de extração, radiografias após finalização do tratamento e radiografias 6 meses pós-tratamento. Observaram que 4% dos dentes apresentavam pequenas

reabsorções antes do tratamento; 25% dos dentes apresentavam contorno irregular no ápice e 31% com reabsorção menor que 2 mm após o fecho dos espaços de extração. No momento de fim de tratamento ativo 48% dos dentes apresentavam reabsorção menor que 2 mm e 3% com reabsorção de 2 mm ($\frac{1}{3}$ da raiz). Observaram ainda que os incisivos centrais superiores que tiveram torque lingual da raiz apresentavam maior reabsorção radicular. A incidência de reabsorção radicular após 6 meses foi de 95% dos incisivos centrais inferiores, 90% incisivos centrais superiores, 87% nos incisivos laterais superiores, 79% nos caninos inferiores, 72% nos caninos superiores, 53% nos pré-molares.³⁷

Também em 1975 Newman desenvolveu um estudo com recurso à análise de radiografias periapicais de 550 dentes superiores e 550 dentes inferiores. Foram selecionados 47 indivíduos com idade média de 14,5 anos. A inclusão na amostra do estudo foi a presença de um mínimo de 3 dentes com reabsorção moderada (entre 2 mm e $\frac{1}{3}$ da raiz) ou severa (maior que $\frac{1}{3}$ da raiz) em pelo menos dois quadrantes. Observou uma incidência de diminuição do comprimento da raiz de 83% no incisivo central superior, 81,7% no segundo pré-molar superior, 72,1% no incisivo lateral superior, 72% no primeiro pré-molar superior, 64,1% no segundo pré-molar inferior e 48,9% no incisivo central inferior. Vinte e sete indivíduos da amostra inicial de 47 realizaram tratamento ortodôntico e após analisar as radiografias periapicais pré e pós tratamento, foi observado que 49,8% dos dentes apresentavam mais reabsorção radicular.⁸⁰

Já em 1982 Malmgren et al. estudaram radiografias periapicais pré-tratamento ortodôntico de 55 incisivos traumatizados de 27 indivíduos, 15 masculinos e 12 femininos. Catorze indivíduos foram tratados com aparelho fixo, 10 fizeram tratamento com aparelho fixo e removível e a 3 o tratamento foi feito só com recurso a aparelho removível. Como grupo controlo foram selecionados 55 indivíduos, 34 femininos e 21 masculinos sem dentes traumatizados com tratamento ortodôntico com exodontias de pré-molares e aparelho fixo. Neste grupo controlo 33 foram tratados com técnica Edgewise e 22 com técnica Begg. Os autores concluíram que os dentes traumatizados

não têm maior tendência de reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico; e os dentes traumatizados que apresentam reabsorção radicular antes do tratamento ortodôntico apresentam aumento da reabsorção durante o tratamento do que os que não apresentam reabsorção radicular.⁷⁰

Em 1983 Linge e Linge efetuaram o estudo de 719 indivíduos, 437 femininos e 282 masculinos com idade média de 12,8 anos e tempo medio de tratamento de 3,6 anos. Foram analisadas as radiografias periapicais dos incisivos superiores pré e pós-tratamento ortodôntico. Observaram que não há relação entre a quantidade de movimento horizontal ou vertical e a reabsorção radicular, observaram também, não haver relação com o género e tempo de tratamento. Os autores afirmam ainda que a presença de caninos superiores inclusos, o uso de elásticos intermaxilares e arcos de fio rectângular, dentes traumatizados antes do tratamento ortodôntico são fatores de risco para reabsorção radicular.⁶⁵

Dermaut e de Munck em 1986 analisaram radiografias periapicais antes e pós intrusão dos incisivos superiores com a técnica arco segmentado de Burstone com força de 100 g de 20 indivíduos, 10 femininos e 10 masculinos com idades média 15 anos e tempo medio de 29 semanas. O grupo controlo de 15 indivíduos, 7 femininos, 8 masculinos com idades médias de 22 anos, sem tratamento ortodôntico. Observaram que o grupo controlo não apresenta reabsorção radicular, já no grupo experimental aproximadamente a reabsorção radicular foi de 3,6 mm.³¹

Também em 1986 Copeland e Green estudaram a reabsorção radicular apical após término do tratamento ortodôntico ativo. Efetuaram medições em telerradiografias laterais de 45 indivíduos, 32 femininos e 13 masculinos com idade média de 13,1 anos. O tempo médio de tratamento ortodôntico ativo com a técnica Edgewise foi de 2 anos e 10 meses e o tempo médio entre o pós-tratamento ativo e pós-contenção foi em média de 2 anos e 4 meses. Fizeram medições numa primeira fase nas telerradiografias pré-tratamento, 2ª fase nas telerradiografias pós-tratamento ativo, obtendo uma reabsorção radicular média de 2,93 mm comparando com a 1ª fase. Por fim efetuaram medições nas telerradiografias pós-contenção observando uma reabsorção radicular de

0,1 mm, quando comparados com a 2ª fase. Concluíram então que a reabsorção radicular foi interrompida após o tratamento ativo ter sido finalizado.²⁷

Sharpe et al. em 1987 estudaram radiografias periapicais e interproximais pré-tratamento ortodôntico, pós-tratamento e pós-contenção de pelo menos 10 anos. Avaliaram 18 indivíduos com apinhamento ântero-inferior de pelo menos 2 mm, 12 femininos e 6 masculinos com idades média 11,3 anos e tempo de tratamento ortodôntico médio de 43,3 meses. O grupo de controlo foi constituído por 18 indivíduos, 6 femininos e 12 masculinos com idade média de 12,7 anos e tempo de tratamento ortodôntico médio de 31,5 meses. Concluíram que a reabsorção radicular nos incisivos superiores estava relacionada com a quantidade de movimento de retração. Afirmam ainda que a recidiva do tratamento ortodôntico pode estar relacionada com a diminuição do nível da crista óssea alveolar e com a reabsorção radicular apical.¹⁰⁴

No ano seguinte, Levander e Malmgren recorrendo a 98 indivíduos, 55 masculinos e 43 femininos com idade média de 15 anos avaliaram as radiografias periapicais dos incisivos centrais e incisivos laterais superiores pré-tratamento ortodôntico e após 6 a 9 meses de início do tratamento ortodôntico e no final do tratamento. Foram tratados com as técnicas de Edgewise durante aproximadamente 19 meses e outros com a técnica de Begg durante aproximadamente 20 meses. Concluíram que se trata de fatores de risco para a reabsorção radicular apical raízes em forma de pipeta e abauladas. Nas raízes curvas observaram que a reabsorção radicular ocorre na zona curva da raiz. Não verificaram haver correlação entre idade, tempo de tratamento ortodôntico, tempo de uso de elásticos intermaxilares de classe II, torque e fios retangulares e a reabsorção radicular apical. Não houve diferença significativa no grau de reabsorção ente indivíduos tratados com a técnica de Edgewise e Begg.⁶²

Em 1989 Goldin analisou telerradiografias laterais de 17 indivíduos, 8 masculinos e 9 femininos com idades entre 8 e 15,7 anos com um tempo medio de tratamento ortodôntico de 2,52 anos, tratados com técnica Edgewise com recurso a torque vestibular da raiz dos incisivos centrais superiores. Não foi observada diferenças em

gênero e idade em relação ao grau de reabsorção radicular. Concluiu que o torque vestibular é um movimento que provoca reabsorção radicular.³⁶

No mesmo ano Remington efetuou um estudo em que avaliou radiografias periapicais de todos os dentes pré e pós-tratamento ortodôntico e 14 anos após término do tratamento de 100 indivíduos, 27 masculinos e 73 femininos que apresentaram reabsorção radicular apical durante o tratamento ortodôntico, com idade inicial média de 13,6 anos e tempo médio de tratamento ortodôntico de 2,2 anos. Observaram que a reabsorção radicular não progrediu após remoção do aparelho fixo. Concluiu que após remoção de aparelho fixo o contorno apical apresentava-se irregular, tornando-se regular e arredondado após o período pós-contenção, contudo o comprimento e o contorno radicular não foram restabelecidos como eram inicialmente. Os incisivos superiores apresentavam maior frequência e grau de reabsorção radicular.⁹⁴

Também em 1989 McFadden et al. avaliaram radiografias periapicais e telerradiografias laterais pré e pós-tratamento de 38 indivíduos de idade média 13,1 anos com tempo médio de tratamento de 28,8 meses. Os indivíduos foram tratados com técnica bioprogressiva com arco de intrusão para incisivos superiores e inferiores. Observaram que os incisivos superiores apresentaram intrusão média de 0,70 mm com reabsorção radicular média de 1,84 mm, já os incisivos inferiores apresentaram intrusão média de 0,85 mm e um grau de reabsorção radicular média de 0,61 mm. Concluíram que a quantidade de intrusão dos incisivos e a alteração do ângulo dos incisivos superiores e inferiores não estão relacionados com a reabsorção radicular. Realçaram ainda que o tempo de tratamento e a predisposição individual se mostram fatores relacionados com a reabsorção radicular.⁷⁴

Em 1991 Linge e Linge avaliaram radiografias periapicais pré e pós-tratamento ortodôntico de 484 indivíduos, 288 femininos e 197 masculinos com idades entre 11,5-25 anos e tempo médio de tratamento ortodôntico de 3,3 anos. Concluíram com este estudo que o overjet aumentado, o traumatismo dos incisivos superiores anterior ao tratamento ortodôntico, caninos inclusos tracionados, tempo de tratamento ortodôntico com fios retangulares e tempo de tratamento ortodôntico com elásticos

intermaxilares são fatores de risco para a reabsorção radicular.⁶⁶

Barclay em 1993 efetuou um estudo de revisão da literatura e realça que a reabsorção radicular resulta de estimulação mecânica, pressão radicular excessiva, infecção ou doença sistêmica. A reabsorção radicular externa superficial sem grande processo inflamatório ocorre em 90% dos dentes humanos sendo geralmente encontrada na região apical. O processo de reparação da estrutura perdida deveria ser estimulado pela remoção dos fatores etiológicos, remoção ou diminuição da força ortodôntica excessiva.¹⁰

No mesmo ano, Brezniak e Wasserstein efetuaram um trabalho de revisão editando 2 artigos, em que realçaram o dever do ortodontista de informar que uma das possíveis consequências do tratamento ortodôntico é a diminuição do comprimento da raiz dos dentes. Apresentaram também algumas condutas de boa norma com efetuar radiografias periapicais dos incisivos centrais superiores anualmente; a força ortodôntica aplicada deve ser suave e intermitente; o plano de tratamento deve ser reavaliado quando é detetada reabsorção radicular em alguma peça dentária.¹⁴

Em 1993 Silva Filho et al. analisaram radiografias periapicais pré e pós-tratamento ortodôntico com técnica Edgewise e Arco reto de 50 indivíduos, 20 masculinos e 30 femininos com idades inicial média de 14 anos e 3 meses e tempo médio de tratamento de 2 anos e 3 meses. Observaram que se encontravam sinais de reabsorção radicular em 100% dos dentes, sendo os dentes com maior manifestação de reabsorção radicular os incisivos superiores.¹⁰⁵

Também em 1993, Harris, Robinson e Woods analisaram radiografias periapicais dos incisivos centrais superiores, caninos inferiores e 2ºs molares inferiores de 306 indivíduos não tratados ortodonticamente, 131 masculinos e 175 femininos com idade média de 40 anos. Observaram que 7-10% dos indivíduos apresentavam reabsorção radicular, o grupo dentário mais afetado foi os incisivos centrais superiores.⁴³

Em 1994 Beck e Harris avaliaram as raízes dos incisivos centrais superiores em telerradiografias pré e pós-tratamento de 83 indivíduos com idades entre 11 e 26 anos

que apresentavam má oclusão de classe I e foram tratados com exodontias dos primeiros pré-molares superiores e inferiores. Parte dos indivíduos foram tratados com técnica de Begg e os outros foram tratados com técnica de Tweed. Observaram que 62% dos incisivos centrais superiores apresentavam reabsorção radicular. Não foi observada diferença entre o grau de reabsorção radicular nas diferentes técnicas. Não foram identificados como fatores de risco a idade, gênero ou duração do tratamento, contudo a quantidade de movimento dentário provocado no tratamento ortodôntico foi identificada como um fator de risco. O movimento de intrusão aumentou o risco de reabsorção radicular apical.¹³

Levander, Malmgren e Eliasson em 1994 avaliaram 62 dentes de 40 indivíduos (25 femininos, 15 masculinos) que apresentavam reabsorção radicular nos incisivos superiores após 6 meses do início do tratamento ortodôntico com a técnica Edgewise. Foram divididos em 2 grupos: 1º grupo constituído por 32 dentes em que se prosseguiu o tratamento como planeado inicialmente, no 2º grupo, constituído por 30 dentes, o tratamento foi interrompido durante 2-3 meses, após a pausa o tratamento foi reiniciado. Foram efetuadas radiografias periapicais a cada 3 meses e foi observado que a quantidade de reabsorção radicular foi menor no 2º grupo do que no 1º grupo. Não foram identificados como fator de risco: trauma dentário, tipo de má oclusão, tempo de tratamento e o tratamento com ou sem extrações, uso de arcos retangulares e elásticos intermaxilares.⁶³

Martins, Cansção e Sanchez, também em 1994 avaliaram 39 indivíduos, 31 femininos e 8 masculinos tratados com a técnica Edgewise. Pretenderam analisar a progressão da reabsorção radicular após a remoção dos aparelhos em radiografias periapicais de todos os dentes (exceto 2º e 3º molares). Avaliaram as radiografias periapicais após tratamento e 5 anos pós-tratamento. Concluíram que a reabsorção radicular cessa após a remoção dos aparelhos, contudo admitem que ocorre remodelação apical.⁷¹

Em 1995 Mirabella e Artun efetuaram dois estudos com base na mesma amostra de 343 indivíduos com idade média de 34,5 anos e duração média de tratamento ortodôntico de dois anos. Analisaram radiografias periapicais e telerradiografias pré e

pós-tratamento. No primeiro estudo concluíram que existe associação entre a reabsorção radicular e o movimento radicular horizontal, raízes longas e/ou estreitas, ápices afilados ou dilacerados e o uso de elásticos intermaxilares. Não encontraram relação entre a reabsorção radicular e o tempo de tratamento e o uso de arcos retangulares. No segundo estudo compararam 39 dentes que apresentavam tratamento endodôntico com os dentes contralaterais. Concluíram que dentes com tratamento endodôntico são menos suscetíveis a reabsorção radicular apical.⁷⁶

Em 1995 Rupp efetuou uma revisão bibliográfica e realça a importância de efetuar radiografias periapicais periódicas durante o tratamento ortodôntico. Aquando da deteção de uma lesão de reabsorção radicular a terapêutica deve ser reavaliada e a mecânica simplificada evitando forças pesadas e movimentos grandes de deslocamento das peças dentárias.⁹⁷

No mesmo ano, Owman-Moll, Kurol e Lundgren efetuaram um estudo histológico do capacidade de reparação das zonas de reabsorção radicular resultantes da terapêutica ortodôntica. Avaliaram 64 primeiros pré-molares superiores de 32 indivíduos, 17 femininos e 15 masculinos com idade média de 13,7 anos. Os pré-molares foram movimentados para vestibular com aparelho fixo ortodôntico com força contínua de 50 g ativado semanalmente durante 6 semanas. Após esta fase ativa foi efetuada contenção com arco ortodôntico passivo, que variaram num intervalo de 1 a 8 semanas. Observaram que todos os dentes apresentavam reabsorção radicular. Após 1 semana de contenção 28% das reabsorções radiculares apresentavam algum grau de reparação, às 8 semanas de contenção 75% das reabsorções radiculares apresentavam este processo de reparação tecidual. Concluíram também que ocorre uma grande alteração individual deste processo de reparação da reabsorção radicular.⁸⁴

Os mesmos autores no ano seguinte (1996) publicaram um estudo histológico de 32 indivíduos, 18 femininos e 14 masculinos com idade média de 13,1 anos que apresentavam necessidade de tratamento ortodôntico com extrações de primeiros pré-molares superiores. Usaram então um arco segmentado para mover os dentes para vestibular com uma força contínua controlada semanalmente de 50 g em 16 pré-

molares direitos e nos outros 16 pré-molares esquerdos aplicaram 100 g. Observaram que existiu uma grande variação individual no grau de reabsorção radicular e na quantidade de movimento dentário apresentado.⁸⁵

Em 1996 Costopoulos e Nanda estudaram a interação entre o movimento de intrusão ortodôntica dos incisivos superiores e a reabsorção radicular. Foram analisadas as telerradiografias de perfil lateral e as radiografias periapicais pré e pós-intrusão de 17 indivíduos com necessidade de correção do overbite de 2 a 4 mm, com idade média de 16,4 anos. Como grupo controle foi selecionado um grupo constituído por 17 indivíduos com idade média de 16,1 anos a quem foi aplicado um aparelho fixo sem arco base de intrusão. Ao grupo tratado com forças de intrusão do administrado um arco base de intrusão com arco de TMA 0,017"x0,025" com força controlada de 15 g por dente durante um tempo médio de 4 meses. Observaram: intrusão média de 1,9 mm e reabsorção radicular média de 0,6 mm, já no grupo controle foi observada uma reabsorção radicular apical média de 0,2 mm. Concluíram que os movimentos de intrusão com forças leves podem ser usados sem causar uma alteração no grau e extensão excessiva da reabsorção radicular apical.²⁹

Alexander, em 1996 efetuou um estudo com o propósito de avaliar as diferenças no grau de reabsorção radicular entre arco contínuo e a mecânica segmentada. Cinquenta e seis pessoas com maloclusões semelhantes em que o plano de tratamento ortodôntico preconizava a extração de quatro pré-molares foram divididas em dois grupos iguais e tratados com as duas técnicas diferentes. Uma vez que os caninos foram retraídos com mecânica de deslizamento (grupo contínuo arco) ou com ciclos de força de retração (grupo mecânica segmentada), os dentes anteriores foram então retraídos com molas helicoidais Sentalloy ativadas com 300 gm (GAC International, Central Islip, NY). A extensão da reabsorção da raiz dos dentes anteriores foi avaliada radiograficamente na comparação de ortopantomografias. Ambos os grupos de tratamento apresentaram os mesmos níveis de reabsorção indicando que o efeito colateral de tratamento pode ser devido à variação individual.³

Harris, Kineret e Tolley em 1997 estudaram a importância da hereditariedade no

processo de reabsorção radicular. Analisaram 103 pares de irmãos (206 indivíduos, 84 masculinos e 122 femininos), sendo que 30% apresentavam má oclusão de classe I, 63% classe II e 7% classe III. Todos foram tratados com a técnica Edgewise com um tempo de tratamento médio de 2,4 anos. Os incisivos centrais superiores e inferiores foram medidos nas telerradiografias laterais pré e pós-tratamento e as raízes mesiais e distais dos primeiros molares inferiores foram medidos das ortopantomografias pré e pós-tratamento. Observaram que ocorreu um fator genético em suscetibilidade à reabsorção radicular apical externa e não foi observada diferença relativamente à suscetibilidade à reabsorção radicular em relação ao gênero e idade.⁴²

Em 1998 Parker et al. analisaram a quantidade de movimentos incisais e apicais dos incisivos centrais superiores nos planos sagitais e verticais, e verificaram quais movimentos dentários e relações dento-esqueléticas possuíam predisposição à reabsorção radicular externa. A amostra foi constituída por 110 indivíduos, 63 femininos e 47 masculinos com idade inicial média de 13,4 anos. Todos os indivíduos apresentavam má oclusão de classe I e foram tratados com exodontia de quatro primeiros pré-molares por um tempo médio de tratamento de 2,7 anos. Quarenta e um indivíduos foram tratados com a técnica de Tweed, 29 com a técnica de Begg e 40 com a técnica de arco reto com a prescrição de Roth. Da análise das telerradiografias laterais pré, durante e pós tratamento observaram que não houve diferença estatística na quantidade de reabsorção radicular apical entre os gêneros e entre as técnicas ortodônticas utilizadas. Observaram mais reabsorção radicular nos movimentos de intrusão e torque lingual das raízes dos incisivos superiores. Não foi observada relação entre a morfologia facial e o grau de reabsorção radicular, também não foi obtida uma relação estatisticamente significativa entre a retração dos dentes anteriores, extrusão ou inclinação lingual da coroa dentária com a reabsorção radicular externa.⁸⁸

Acar et al. em 1999 estudaram 22 primeiros pré-molares com indicação para extração por motivos ortodônticos de 8 indivíduos com idades entre 15 e 23 anos. Foram aplicados elásticos, que libertavam forças de 100 g, dos primeiros pré-molares ao arco segmentar por vestibular. Os elásticos foram trocados diariamente, contudo de um

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

lado usaram elásticos 24 horas por dia e do outro lado usaram 12 horas por dia. Após 9 semanas os pré-molares foram extraídos. Observaram que na aplicação de força contínua 40% das raízes apresentaram arredondamento apical, 60% apresentava reabsorção radicular apical moderada e na aplicação de força intermitente 20% das raízes não apresentavam alterações apicais, 40% arredondamento apical e 40% apresentava reabsorção radicular moderada.²

O Anexo II apresenta um resumo dos trabalhos mais relevantes anteriores ao ano 2000.

4. Objetivos

4.1 Objetivo Geral

Com este estudo pretende-se efetuar uma revisão crítica da bibliografia publicada em revistas científica com fator de impacto ou indexadas sobre o tema reabsorção radicular – repercussões no tratamento ortodôntico.

4.2 Objetivos Específicos

Após a seleção da bibliografia pretende-se:

- 1- Enumerar os fatores de risco para a reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico;
- 2- Verificar as possibilidades de movimentação ortodôntica na presença de reabsorções radiculares prévias ou durante o tratamento ortodôntico;
- 3- Avaliar quais os movimentos ortodônticos que mais originam reabsorção radicular;
- 4- Avaliar se após a remoção do tratamento ortodôntico ativo o processo de reabsorção radicular continua;
- 5- Apresentar quais os grupos dentários mais afetados;
- 6- Calcular quais as forças que causam mais alterações de diminuição do comprimento da raiz: forças contínuas ou intermitentes, e a intensidade de força;
- 7- Apresentar o tratamento de eleição para a reabsorção radicular e o seu prognóstico.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

5. Material e Métodos

Para este trabalho foram consultadas as bibliotecas da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto e a biblioteca da Sociedade Portuguesa Ortopedia Dento-facial.

Revisão bibliográfica com base de pesquisa na Pubmed e Science Direct de 2000 a 2012. As palavras-chave foram: root resorption; root resorption orthodontic; root resorption apical; extenal root resorption; root resorption treatment; root resorption apical treatment.

Não foram efetuadas limitações linguísticas, desde que o artigo se encontrasse com tradução em inglês.

Foram selecionados os artigos que apresentavam ensaio clinico controlados (controlled clinical trial), estudo randomizado controlado (randomized controlled trial) e revisão sistemática (systematic reviews).

Dos artigos encontrados foram excluídos os artigos que apresentavam erros de metodologia, os que apresentavam número reduzido na amostra (1 - 20), os relatos de casos e os que apresentavam relação entre a reabsorção radicular e a persistência de caninos impactados, retidos ou inclusos.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

6. Resultados - Revisão bibliográfica de 2000-2012

Seguindo os critérios de inclusão foram reunidos 80 artigos científicos. Sendo como o gráfico 1 demonstra um tema já amplamente estudado mas que tem vindo a assumir uma importância para os investigadores nos últimos anos (2011 e já em 2012) por ser um tema que se torna importante na terapêutica ortodôntica e carecer de muitas explicações, tanto a nível etiológico como de tratamento.

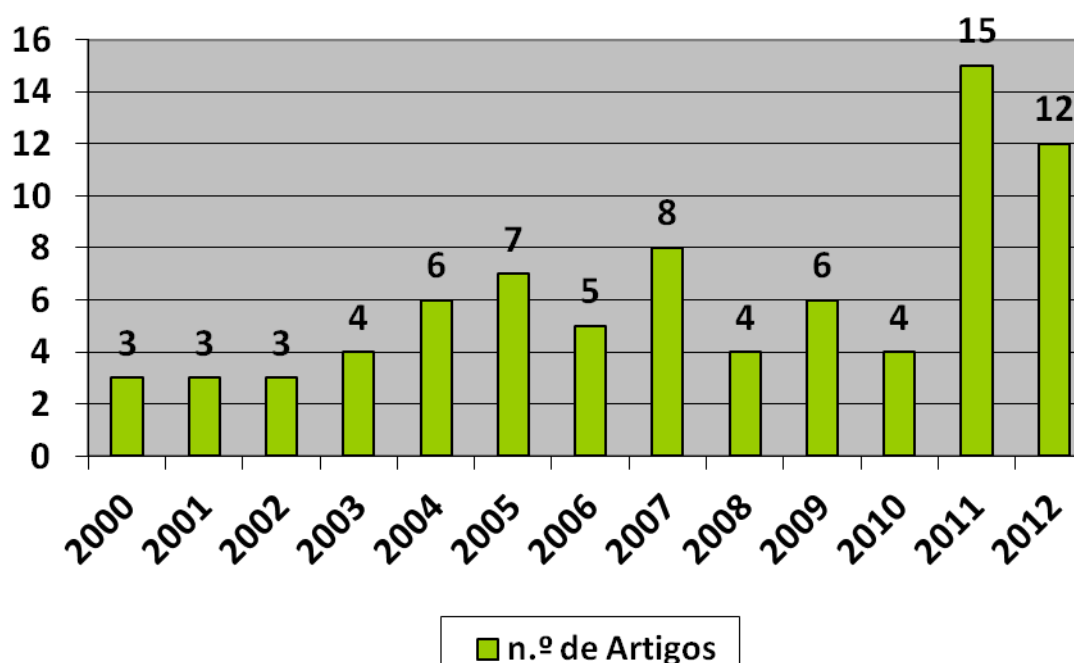


Gráfico 1- Gráfico representativo da distribuição dos resultados da recolha bibliografia por ano.

McNab et al. em 2000 efetuou um estudo em que tinha como objetivo relacionar o tipo de aparelho ortodôntico usado, o uso de extrações dentárias e a incidência de reabsorção radicular em dentes posteriores. Para tal, recorreu à análise de ortopantomografias pré-tratamento e pós-tratamento. Numa amostra de 97 indivíduos com necessidade de tratamento ortodôntico com idade média inicial de 13,9 anos, em

que 60% dos indivíduos foram tratados com exodontias, 74% foram tratados com técnica Edgewise e em 26% tratados com técnica Begg. Concluíram que nos dentes posteriores apresentaram maior reabsorção radicular quando tratados com técnica de Begg. Também verificaram maior reabsorção radicular nos indivíduos tratados com extrações dentárias.⁷⁵

Janson et al. neste mesmo ano efetuaram um estudo com o objetivo comparar a quantidade de reabsorção da raiz após o tratamento ortodôntico entre a técnica edgewise standart (grupo 1), a técnica edgewise simplificada (grupo 2), e a terapia bioeficiente (grupo 3). Foi também o objetivo desta pesquisa para avaliar a quantidade de reabsorção radicular em toda a amostra estudada e a prevalência de reabsorção radicular nos incisivos superiores e inferiores. Assim, as radiografias periapicais foram obtidas com a técnica longo cone paralelo para os incisivos superiores e inferiores de 30 indivíduos de cada grupo. Reabsorção radicular foi classificada pela pontuação por 2 examinadores, calibrados antecipadamente. Os resultados mostraram que o grupo 3 apresentou menos reabsorção radicular do que os outros grupos. Foi especulado que os fatores responsáveis pela reabsorção menor nesta técnica, foram a utilização de fios ativado por calor e superelástico com o desenho do suporte nesta técnica, bem como a utilização de um fio de aço inoxidável rectangular (0,018 x 0,025 polegadas) em slots dos braquetes de 0,022 x 0,028 polegadas durante incisivo retração e as fases de acabamento, em comparação com as outras técnicas. Considerando toda a amostra, não houve reabsorção radicular em 2,25% dos dentes analisados. Houve apenas ligeira reabsorção em 42,56%, reabsorção moderada em 53,37%, reabsorção acentuada em 1,40% e uma reabsorção extrema em apenas 0,42% dos dentes. A prevalência de reabsorção para cada incisivo indicou, em ordem decrescente, maior reabsorção para os centrais superiores, seguidos dos laterais superiores, centrais inferiores e, finalmente, os incisivos laterais inferiores.⁵¹

Mavragani et al. em 2000 efetuaram a comparação radiográfica da gravidade da reabsorção radicular apical após o tratamento ortodôntico com técnica Edgewise convencional e a técnica edgewise straight-wire. Foram estudados 80 indivíduos com Classe II de Angle, divisão 1 tratados com extração de pelo menos dois primeiros pré-

molares superiores. Quarenta pacientes foram tratados com um padrão de Edgewise e quarenta com um straight-wire técnica Edgewise. Os comprimentos das coroas e raízes dos incisivos superiores foram medidos no pré e pós-tratamento em radiografias periapicais. As percentagens de encurtamento radicular e perda de comprimento de raízes em milímetros foram calculados. Houve significativamente mais reabsorção radicular apical de ambos os incisivos centrais na técnica Edgewise convencional do que no grupo tratado com a técnica Edgewise straight-wire. Nenhuma diferença significativa foi encontrada para os incisivos laterais.⁷³

Sameshima e Asgarifar em 2001 no seu estudo pretendiam verificar qual o tipo de exame radiológico seria mais preciso na fase de pré-tratamento para averiguar a forma da raiz e para averiguar no pós-tratamento o grau de reabsorção radicular que ocorreu durante o tratamento. Recorreram então a 42 indivíduos com tratamento ortodôntico com aparelho fixo com ortopantomografia e radiografia periapical de toda a boca no início e pós-tratamento. Foram analisados o comprimento do dente e a forma da raiz. Nas ortopantomografias mostraram uma média significativamente maior que a reabsorção radicular apical que as radiografias periapicais apresentaram para os 743 dentes pesquisados. Verificaram-se maiores diferenças nos incisivos inferiores e menores diferenças nos incisivos superiores. Em casos onde os ápices se apresentam com dilacerações ou formas anormais foram claramente visíveis nas radiografias periapicais sendo muitas vezes aparência normal nas ortopantomografias. Concluíram que as ortopantomografias sobrestimam a reabsorção radicular aproximadamente 20% mais.⁹⁸

Sameshima e Sinclair em 2001 publicaram 2 estudos recorrendo à mesma amostra de 868 indivíduos tratados em 6 consultórios diferentes com recurso à técnica Edgewise.^{99,}

100

No primeiro artigo foram analisados as radiografias periapicais e ortopantomografias, e concluíram que não se observavam diferenças entre os dentes posteriores superiores e inferiores; os dentes superiores anteriores apresentavam maior reabsorção radicular que os dentes inferiores anteriores. Os autores verificaram que dentes com

dilacerações, pontiagudas ou em forma de pipeta apresentam mais reabsorção radicular. Os indivíduos com overjet aumentado relacionam-se com maior grau de reabsorção radicular. Os dentes com maior reabsorção radicular foram os incisivos laterais superiores, seguidos dos incisivos centrais superiores e caninos superiores.⁹⁹

No segundo artigo analisaram radiografias periapicais pré e pós-tratamento e na telerradiografia avaliaram o deslocamento horizontal e vertical dos ápices dos incisivos superiores. Concluíram que a duração do tratamento e o deslocamento horizontal dos ápices dos incisivos superiores apresentam relação com reabsorção radicular; também verificaram que tratamentos com exodontias de quatro pré-molares apresentam maior reabsorção radicular relativamente ao tratamento sem exodontias.¹⁰⁰

Em 2002 Brezniak e Wasserstein efetuaram dois trabalhos de revisão no âmbito da reabsorção radicular inflamatória ortodonticamente induzida, em que inicialmente definiram aspetos básicos. Apresentaram que o movimento ortodôntico utiliza o processo inflamatório para resolver problemas estéticos e funcionais. A reabsorção radicular ocorre quando existe tecido hialino e diminui quando a força ortodôntica diminui, sendo que o processo de reparação inicia-se aproximadamente 2 semanas após remoção da força.¹⁶

Em continuação com o trabalho anteriormente apresentado, os autores apresentaram os aspetos clínicos da reabsorção radicular resultante de forças ortodônticas. Relataram que o uso de elásticos intermaxilares e movimentos de vai-e-vem aumentam o risco de reabsorção radicular. Apresentaram como boa pratica o ortodontista informar que uma das possíveis consequências iatrogénicas do tratamento ortodôntico é a diminuição do comprimento da raiz, sendo dever do ortodontista tomar todas as medidas para impedir que ocorra reabsorção radicular extrema ou grave, contudo evitar por completo é impossível, sendo importante o controlo do processo de reabsorção radicular.¹⁷

Costa e Santos em 2002 analisaram a prevalências de reabsorção radicular e perda óssea alveolar pré e pós-tratamento ortodônticos em 30 indivíduos com idades entre 15 e 30 anos, tratados com aparelho fixo Edgewise com uma duração de tratamento

ativo entre 1 ano a 4 anos. Esta análise foi feita com recurso a exame radiológico periapicais inicial e final de tratamento. Concluíram que 53.82% das raízes analisadas apresentaram reabsorção radicular, 46.3% das cristas ósseas analisadas apresentaram redução do nível ósseo alveolar. A média de reabsorção radicular pós-tratamento foi de 1,40 mm e de perda óssea alveolar de 1,05 mm.²⁸

Em 2003 Al-Qawasmi efetuou um estudo recorrendo a análise de 118 indivíduos de 35 famílias americanas caucasianas em que células bucais foram colhidas para isolamento do DNA e análise dos polimorfismos da interleucina IL-1 (IL-1A e IL-1B). Foi feita a análise da reabsorção radicular no incisivo central superior, incisivo central inferior e nas raízes mesial e distal do primeiro molar inferior. Os resultados revelaram uma associação entre o polimorfismo IL-1B e a manifestação clínica de reabsorção radicular. A análise indica que o polimorfismo da IL-1B conta para 15% da variação total da reabsorção radicular no incisivo central superior. Pessoas homozigóticas para o alelo IL-1B têm 5,6 vezes mais risco de reabsorção radicular maior de 2 mm em comparação com os que não são homozigóticos para o alelo IL-1B. Os dados apresentam que o alelo 1 no gene IL-1B conhecido por diminuir a produção de IL-1 citocina in vivo, aumenta significativamente o risco de reabsorção radicular.⁴

Brin et al. em 2003 analisaram radiografias periapicais pré e pós-tratamento dos incisivos superiores em 138 indivíduos com má-oclusão de Classe II com sobremordida horizontal maior de 7 mm. Destes indivíduos, 49 efetuaram tratamento com aparelho fixo, 49 foram tratados com aparelho extra-oral em uma 1ª fase e aparelho fixo numa 2ª fase, 40 indivíduos foram tratados com Bionator numa 1ª fase e aparelho fixo numa 2ª fase. Os resultados apresentaram que os indivíduos tratados em 2 fases apresentaram menos quantidade de reabsorção radicular apical dos incisivos. Verificou-se uma maior prevalência de reabsorção radicular em dentes com raízes dilaceradas ou com curvas ou em formato de pipeta. Concluíram ainda os autores que quanto maior a sobremordida horizontal e o tempo de tratamento, maior a prevalência de reabsorção radicular apical.¹⁸

No mesmo ano, Kook, Park e Sameshima estudaram 114 indivíduos com um incisivo laterais superior conoide ou pequeno e o incisivo contra-lateral com forma normal. Observaram as radiografias periapicais pré e pós-tratamento com aparelho fixo e verificaram não ocorrer diferença no grau de reabsorção radicular entre incisivo lateral conoides e incisivos laterais com forma normal, tal também se verificou quando analisou os dentes com raízes largas ou estreitas. Em indivíduos com tratamento ortodôntico com exodontias houve aumento de reabsorção radicular de incisivos laterais superiores.⁵⁹

Weiland em 2003 efetuou um estudo histológico com recurso a 84 pré-molares em 27 indivíduos, 10 do sexo masculinos e 17 do sexo femininos com idade média de 12,5 anos com tratamento ortodôntico com recurso a exodontias de pré-molares. Foi usado um grupo controlo de 6 pré-molares. Os pré-molares de um lado foram movimentados com arco segmentado de aço 0,016'' com dobra para vestibular de 1 mm, ativado de 4 em 4 semanas; do outro lado foram movimentados com arco segmentado de fio superelástico 0,016'' em que só foi efetuada uma ativação de 4,5 mm com força de 100 g para vestibular. Após 12 semanas foram extraídos os pré-molares. Observaram que ocorreu maior movimentação nos dentes ativados com fio superelástico que com os dentes ativados com aço. Verificaram maior quantidade de reabsorção radicular nos dentes ativados com fio superelastico.¹¹⁷

Segal, Schiffman e Tuncay em 2004 efetuaram um artigo de revisão em que selecionaram 9 artigos escritos na língua inglesa, em que participavam 10 indivíduos. Concluíram que a reabsorção radicular apical apresenta correlação com a intrusão dos incisivos superiores e com a duração do tratamento ortodôntico.¹⁰³

Sameshima e Sinclair em 2004 efetuaram um estudo com 868 indivíduos tratados em 6 consultórios diferentes e analisaram radiografias periapicais e telerradiografias pré e pós-tratamento ortodôntico. Observaram 25 indivíduos com os 4 incisivos superiores com reabsorção radicular maior que 25%. Não houve diferença estatisticamente significativa para exodontias, uso de elásticos classe II e elásticos Classe I, expansão da maxila, sobremordida horizontal e vertical, movimento intrusivo ou extrusivo dos

incisivos superiores, comprimento das raízes, fios ortodônticos ou acessórios colados nos dentes. Aumento de risco de reabsorção radicular em casos que se necessite deslocamento horizontal das raízes, pressão excessiva da língua e forma radicular anômala.¹⁰¹

Otis, Hong e Tuncay em 2004, analisaram telerradiografias pré e pós-tratamento de 22 indivíduos, 12 do sexo femininos e 10 do sexo masculino com idade média de 14,9 anos e tempo de tratamento medio de 26,1 meses. Observaram que a forma e densidade óssea não foram fatores significantes na origem de reabsorção radicular apical.⁸²

Brezniak em 2004 efetuou um estudo que tinha como objetivo a comparação de métodos de medição da diminuição do comprimento radicular, e concluíram que alterações de angulação entre o dente, a película radiografia afetam a imagem do dente. Então, comparação entre películas radiográficas antes e depois do tratamento pode levar a concluir-se erradamente sobre uma diminuição do comprimento ou mesmo aumento do comprimento da raiz dependendo da direção de alteração do ângulo.¹⁵

Também em 2004 Lee, Schmeider, Finkelstein e Southard estudaram o possível papel das proteínas da matriz extracelular (ECM) no processo de reabsorção seletiva da raiz. Dentro do ligamento periodontal foram avaliadas 2 proteínas: osteopontina (OPN) e a sialoproteína óssea (BSP). Foram analisados 14 dentes decíduos e 12 dentes permanentes. Nos dentes decíduos as proteínas OPN e BSP foram localmente expressas na camada de células adjacentes à superfícies de raiz e mais intensamente concentradas em áreas adjacentes a áreas de reabsorção radicular. Nos dentes permanentes BSP e OPN foram expressas num padrão generalizado em todo o ligamento periodontal das raízes dos dentes. Estes resultados sugerem uma expressão diferencial de proteínas da ECM em relação às raízes de dentes decíduos e permanentes, que poderiam atuar como um sinal de adesão odontoclástica seletiva e a reabsorção posterior da superfície das raízes dos dentes decíduos.⁶⁰

El-Bialy, El-Shamy e Garber em 2004 na sequência de se depararam com a ausência de um método clinicamente aceitável de tratamento da lesões de reabsorção radicular,

validado na literatura, efetuaram uma avaliação do efeito do ultrassons pulsátil de baixa intensidade (LIPUS) no processo de cicatrização de reabsorções radiculares induzidas ortodonticamente em seres humanos. Recolheram uma amostra de 12 indivíduos com diagnóstico ortodôntico com necessidade de exodontias dos 1^{os} pré-molares. A 6 indivíduos foram ativadas molas vestibulares usadas para inclinar os 1^{os} pré-molares maxilares para vestibular com um nível de força de 50 g, efetuando verificações semanais da quantidade de força, para que esta garantisse níveis de força contínua. Um curto período de LIPUS foi aplicado a um pré-molar em cada paciente, funcionando o pré-molar contra-lateral como controlo. Após 4 semanas, os pré-molares foram extraídos e estudados histologicamente. O estudo de microscopia eletrónica de varrimento mostrou diminuição nas áreas de reabsorção radicular nos dentes expostos a LIPUS e no exame histológico observou-se cicatrização da superfície radicular absorvida, ocorrendo hipercementose. Concluíram, assim tratar-se de um método não invasivo de redução da reabsorção radicular.³³

Em 2005 Han et al. efetuaram um estudo experimental utilizando 18 pré-molares de 9 indivíduos, 5 do sexo feminino e 4 do sexo masculino com idade média de 15.3 anos, tendo como grupo controlo 11 pré-molares extraídos pré-tratamento ortodôntico de 6 indivíduos com idades entre 12 e 20 anos. No grupo experimental num dos pré-molares foi aplicada força intrusiva e no pré-molar oposto foi aplicada força extrusiva com recurso ao arco utilitário 0,017x0,025 de aço. Passadas 8 semanas os pré-molares foram extraídos e as raízes examinadas ao microscópio eletrónico, observando-se que todos os dentes do grupo experimental e 5 dentes do grupo controlo apresentavam sinais de reabsorção radicular; verificaram que as forças intrusivas aumentam 4 vezes mais a reabsorção radicular relativamente à extrusiva.⁴⁰

Smale et al. em 2005 avaliaram a reabsorção radicular em radiografias periapicais pré e pós 6,4 meses do tratamento ortodôntico em 290 indivíduos, 191 femininos e 90 masculinos com idade média de 19,2 anos. O tratamento ortodôntico foi efetuado com aparelho fixo pré-ajustado. Observaram a reabsorção radicular média dos incisivos centrais superiores de 0,48 mm e dos incisivos laterais superiores de 0,59 mm. Concluíram que incisivos centrais superiores com raízes dilaceradas e incisivos laterais

superiores com raízes estreitas e longas constituíam fatores de risco para a reabsorção radicular. Não foram fatores de risco fios retangulares, trauma dentário pré-tratamento e incisivos com irregularidades na coroa.¹¹⁰

Artur et al. no ano de 2005 estudara radiografias periapicais dos incisivos maxilares antes do tratamento (T1), após 6 meses do início do Tratamento (T2) e após 12 meses do início do tratamento (T3) em 247 indivíduos com idades entre os 10 e 57 anos. Observaram em T3 que 20,2% dos indivíduos apresentavam mais de 1 dentes com mais de 2,0 mm de reabsorção radicular, 7,7% dos indivíduos apresentavam mais de 1 dentes com mais de 3,0 mm de reabsorção radicular; 5,3% dos indivíduos apresentavam mais de 1 dentes com mais de 4,0 mm de reabsorção radicular. Observaram também que a reabsorção radicular foi mais pronunciada de T2 para T3 em indivíduos com 1 ou mais dentes com mais de 1,0 mm de reabsorção radicular, e maior de 2,0 mm de reabsorção radicular de T1 para T2 do que os que não apresentavam. Concluíram que os indivíduos com necessidades de tratamento ortodôntico com sinais de reabsorção radicular durante os primeiros 6 meses do tratamento ortodôntico ativo estão mais propícios a experimentar reabsorção radicular nos seguintes 6 meses, do que os sem sinais de reabsorção radicular.⁸

No mesmo ano Ari-Demirkaya, Masry e Erverdi avaliaram radiografias panorâmicas pré e pós-tratamento ortodôntico de 16 indivíduos com mordida aberta, tratados com intrusão de primeiro molar superior com recurso a mini-placas de titânio ancoradas no osso zigomático. O grupo controlo foi constituído por 16 indivíduos a quem não foi aplicado qualquer tratamento ortodôntico. Concluíram que a reabsorção radicular do primeiro molar superior com movimento de intrusão de ancoragem esquelética não era significativa clinicamente.⁷

Também em 2005 Holberg, Steinhäuser, Geis e Rudzki-Janson investigaram a qualidade e precisão de tomografia computadorizada conebeam (CBCT) na avaliação das estruturas dentárias comparando com as imagens produzidas por tomografia computadorizada convencional dentária (CT dentário). Pretenderam avaliar as vantagens e desvantagens específicas de CBCT de uso clínico. Foram examinados 417 dentes e estruturas

circundantes. Duzentos e oito dentes foram registrados por meio de CBCT e 209 com CT dentário. A qualidade de definição e reprodução de todos os dentes foram avaliados quanto à imagem do espaço do ligamento periodontal nos terços radiculares cervical, médio e apical. Observaram que em contraste com CT dentário, artefactos de metal eram apenas visíveis no CBCT e quando assim, apenas muito debilmente, e observaram apenas perturbações na qualidade da imagem a partir de artefactos de movimento com CBCT. A qualidade da imagem das estruturas dentárias e ósseas ao redor era muito melhor com CT dentário em geral do que era com CBCT. Durante a gravação por CBCT, o espaço do ligamento periodontal ou não poderia ser, ou em caso afirmativo, então, apenas mal avaliados por 86% dos dentes, enquanto este valor era de apenas 20% para a TC dentário. Além disso, a interface do esmalte-dentina e as bordas da cavidade da polpa eram, em geral muito mais nitidamente definidas no CT dentário. Concluíram que o CT dentário ainda representa o padrão-ouro para inspecionar as raízes dentárias e seu osso circundante.⁴⁷

Em 2005 Han efetuou um estudo em que comparou a reabsorção radicular no mesmo indivíduo após a aplicação de forças contínuas intrusivas e extrusivas. A avaliação foi feita em 9 indivíduos com idade média de 15,3 anos. Os primeiros pré-molares superiores foram aleatoriamente intruídos ou extruídos com forças contínuas de 100cN por 8 semanas. Onze primeiros pré-molares superiores de 6 pacientes aleatoriamente selecionados serviram de controlo. A reabsorção radicular foi determinada por microscopia eletrónica de varrimento. Observou que a reabsorção radicular ocorreu principalmente na parte apical das raízes de ambos os grupos experimentais. A reabsorção radicular das superfícies radiculares mesial e distal nos dentes submetidos a intrusão foi de $5,78 \pm 3,86\%$ e nos dentes extruídos foi de $1,28 \pm 1,24\%$. Foi encontrada uma diferença significativa entre reabsorção radicular no grupo de intrusão e o grupo controlo mas não entre o grupo de extrusão e controlo. Verificou ainda existir uma grande variação individual. Concluiu que o movimento de intrusão origina cerca de 4 vezes mais reabsorção radicular que o movimento de extrusão. Contudo, o médico dentista deve estar ciente que a extrusão dos dentes também pode causar reabsorção radicular em indivíduos suscetíveis.⁴⁰

Também em 2005 Villa et al. efetuaram um estudo com o objetivo de observar as reações do complexo polpa-dentina, a reabsorção radicular, dor e movimento dentário após a aplicação de uma força intrusiva ortodôntica de 4 onça para primeiros pré-molares superiores em indivíduos que receberam nabumetona (AINE). Trinta e quatro primeiros pré-molares superiores foram avaliados. Um placebo foi prescrito aos 17 indivíduos, foi então aplicada uma força intrusiva que foi reativada por um período de 8 semanas, no lado direito. O mesmo procedimento foi repetido no lado esquerdo após os pacientes receberem nabumetona. As reações do complexo polpa-dentina e reabsorção radicular externa foram avaliados por histologia. Concluíram que a nabumetona foi útil na redução de pulpite, a reabsorção radicular externa, e dor causada pelo movimento ortodôntico intrusivo, sem alterar o movimento do dente em resposta à aplicação de força ortodôntica.¹¹⁴

Em 2006 Al-Qawasmi elaborou um estudo com o objetivo de examinar o efeito do genótipo na suscetibilidade ou resistência a desenvolver reabsorção radicular secundária a força ortodôntica. Foram usados 8 estripes puras de ratos machos (camundongos) durante 9 semanas distribuídos aleatoriamente em controle e tratamento. Cada camundongo tratado recebeu um aparelho ortodôntico para mesializar o primeiro molar superior esquerdo por 9 dias. Foram efetuados cortes histológicos para analisar a reabsorção radicular e a fosfatase ácida. Os resultados mostraram 3 linhagens muito suscetíveis à reabsorção radicular enquanto outras 3 são mais resistentes. Concluíram com a variação na gravidade da reabsorção radicular associada à força ortodôntica entre diferentes linhagens de camundongos isogênicos, quando o gênero, idade, alimentação, habitat, magnitude e duração da força ortodôntica são controlados suportam a hipótese de que a suscetibilidade ou resistência à reabsorção radicular associada com força ortodôntica é geneticamente influenciada.⁵

Nishioka et al. em 2006 efetuaram um estudo retrospectivo com o objetivo de determinar se existe associação entre reabsorção radicular excessiva e fatores do sistema imunológico em uma amostra de indivíduos com necessidade de tratamento ortodôntico japoneses. Analisaram 60 indivíduos, 18 masculinos com idade $17,7 \pm 5,7$

anos, 42 femininos com idades $16,4 \pm 6$ anos. Usaram como grupo controlo 60 indivíduos, 18 masculinos com idades $15,9 \pm 4,5$ anos e 42 femininos com idades $18,5 \pm 5,2$ anos. Os registos pré-tratamento revelaram incidência de alergias e morfologia radicular anormal maior no grupo com reabsorção radicular. A incidência de asma também tendeu a ser maior no grupo de reabsorção radicular. Concluiu que as alergias, asma e morfologia radicular anormal podem ser fatores de alto risco para o desenvolvimento de reabsorção radicular excessiva durante a movimentação dentária ortodôntica em indivíduos japoneses.⁸¹

Também em 2006 Chutimanutskull et al. efetuaram um estudo para avaliar a relação entre a magnitude da força ortodôntica e as propriedades físicas do cimento dentinário, e para identificar os locais que podem ser predispostos a reabsorção radicular. Dezasseis primeiros pré-molares maxilares foram selecionados em oito pacientes ortodônticos (três masculinos e cinco femininos), com idade média de 14,8 anos (11.2-17.5 anos), exigindo extrações primeiro dos pré-molares. Em cada paciente, uma força leve ortodôntica de 25 cN foi aplicado vestibularmente usando um arco seccionado sobre o primeiro pré-molar de um lado, enquanto uma força pesada de 225 cN foi aplicado ao lado contralateral. Os dentes foram extraídos 4 semanas após a aplicação da força inicial. A dureza e módulo de elasticidade foram medidos nas superfícies bucais e as linguais do cimento radicular no terço cervical, médio e apical da raiz. Os resultados mostraram que a dureza média e módulo de elasticidade de cimento no grupo força leve eram maiores do que no grupo força pesada em todas as posições. Houve diferenças altamente significativas, tanto na dureza e módulo de elasticidade entre os grupos de força leves e pesados. A dureza média e módulo elástico de cimento diminuiu gradualmente a partir do colo do dentário para as regiões apical por vestibular, bem como as superfícies linguais em ambos os grupos. Houve, no entanto, uma pequena diferença entre a dureza e módulo de elasticidade na superfície vestibular em comparação com a superfície lingual. Concluiu-se que a dureza e módulo de elasticidade de cimento foram afetados pela aplicação de forças de ortodontia.²³

Em 2006 Casa, Faltin, Faltin e Arana-Chavez efetuaram um estudo com o objetivo de identificar células clásticas nas superfícies radiculares de pré-molares humanos onde foram aplicadas forças de torque. Analisaram 28 primeiros pré-molares de 14 indivíduos com idades entre os 13 e 16 anos. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 5 grupos, o grupo controlo onde não foram aplicadas forças, nos restantes grupos foram aplicadas forças contínuas de 60 cNmm com fios superelásticos (NiTi-SE) durante 1 semana, 2, 3 e 4 semanas. Foi processada a fosfatase ácida tartaro resistente histoquímica (TRAP) e microscopia eletrónica de transmissão. Nos resultados observaram às 2 semanas surgiram células TRAP mononucleares, às 3 e 4 semanas surgiram células grandes multinucleares TRAP. No exame de microscopia observou-se muitas células clásticas em contacto com lacunas de reabsorção radicular. Apareceram também cementoblastos a secretar novo cimento sobre lacunas anteriormente reabsorvidas. Concluíram que as zonas de reabsorção tal como aumento de células clásticas foram encontradas na superfície de cimento nas áreas de pressão e aumento com a duração da força aplicada. Alguns sinais de reparação de cimento foram também visualizados mesmo com a manutenção do nível da força.²⁰

Harris, Jones e Darendeliler em 2006 efetuaram um estudo com o objetivo de quantificar em 3 dimensões a quantidade de reabsorção radicular quando forças intrusivas leves e pesadas aplicadas em pré-molares e estabelecer os locais onde a reabsorção radicular é mais prevalente. Analisaram 54 pré-molares superiores ortodonticamente indicados para exodontias em 27 pacientes. Os pré-molares foram intruídos durante 28 dias com cantilever vestibular e palatino de liga beta-titânio-molibdênio 0,017x0,025. Foram constituídos 3 grupos: grupo 1, a quem foram aplicadas forças pesadas (225 g) em 1 pré-molar e no pré-molar contra-lateral foi aplicada força controlo (0 g); grupo 2 em que foram aplicadas forças leves (25 g) em 1 pré-molar e no pré-molar contra-lateral foi aplicada força controlo (0 g); grupo 3 em que foram aplicadas forças leves (25 g) em 1 pré-molar e no pré-molar contra-lateral foi aplicada força pesadas (225 g). Após o período experimental de 28 dias, os dentes foram extraídos seguindo um protocolo que prevenia o dano na superfície da raiz e análise com sistema de tomografia micro-computurizada X-ray e analisado por um

software especialmente concebido para medições diretas volumétricas. Os resultados revelaram que o volume de reabsorção radicular após intrusão é diretamente proporcional à magnitude de força aplicada no movimento intrusivo. O grupo controle apresentou reabsorção radicular menores e em menor número. O grupo de forças pesadas apresentou mais e maiores lacunas de reabsorção radicular. Os volumes médios de reabsorção radicular no grupo força leve e força pesada foram 2 a 4 vezes maiores do que o grupo controle, respetivamente. As faces da raiz mais atingidas foram a mesial e distal.⁴¹

Em 2007 Janson et al estudaram radiografias periapicais pré- tratamento dos incisivos superiores e inferiores de 72 indivíduos. Foram constituídos três grupos, Grupo 1 constituído por 24 indivíduos tratados com Aparelho de Frankel; Grupo 2 de 24 indivíduos tratados com Aparelho de guia eruptiva (EGA); Grupo 3 de 24 indivíduos sem tratamento. Observaram significativa reabsorção radicular no Grupo 1 e 2 relativamente ao Grupo 3. Não foi significativa a diferença entre o Grupo 1 e 2. Observaram, ainda um incidência decrescente de: incisivos centrais superiores; incisivos laterais superiores; incisivos centrais inferiores e finalmente incisivos laterais inferiores.⁵²

No ano de 2007 Apajalahti e Peltola efetuaram um estudo retrospectivo, analisando ortopantomografias pré e pós-tratamento de 601 indivíduos, 253 masculinos e 348 femininos com idades compreendidas entre 8 e 16 anos que foram tratados com aparelho removível e aparelho fixo. Observaram que os incisivos superiores apresentavam reabsorção radicular mais frequentemente que os incisivos inferiores. A análise apresentou que a reabsorção radicular severa se manifestava nos incisivos superiores e nos pré-molares. Concluíram que com um tratamento com aparelho fixo de longa duração, o risco de reabsorção radicular severa aumenta.⁶

Também em 2007 Santos et al. analisaram radiografias de início do tratamento, após retração dos caninos e do final do tratamento de 20 indivíduos, que foram divididos em 2 grupo. Grupo 1, tratados com Edgewise com acessórios padrão e fios de aço; grupo 2, tratados com Edgewise com acessórios totalmente programados e fios de níquel-

titanio. O tratamento ortodôntico efetuado no grupo 2 apresentou menores graus de reabsorção radicular apical em comparação com grupo 1. O tratamento ortodôntico independentemente dos padrões utilizados apresentou um grau moderado de reabsorção radicular apical.¹⁰²

Em 2007 Hohmann et al. estudaram por meio de eletromicroscopia de varrimento e tomografia de alta resolução os locais de reabsorção radicular, para tal usaram pré-molares a quem foi aplicada força de torque contínuo de 3 Nmm e 6 Nmm durante 4 semanas. Após este período de aplicação de força os dentes foram extraídos. Concluíram que quando a pressão hidrostática for superior à pressão arterial capilar do ligamento periodontal, aumenta do risco de reabsorção radicular.⁴⁶

Também em 2007 van Loenen et al. efetuaram um estudo com o objetivo de investigar se o tratamento com aparelho de Tip-Edge resulta em mais reabsorção radicular apical dos incisivos centrais e laterais durante a fase de torque dos incisivos (terceira fase do tratamento) do que nas fase sem torque (primeira e segunda fase do tratamento). Para tal, foram estudados 31 indivíduos caucasianos, 20 femininos e 11 masculinos, com idade média no início do tratamento de 13 anos e 6 meses. Foram analisadas as radiografias periapicais de início de tratamento (T1), antes do início da fase de torque (T2) no final do tratamento (T3). A diminuição do comprimento da raiz foi observada em 70% dos incisivos centrais em T3 e em 76% dos incisivos laterais também em T3. Em T2, 48% dos incisivos centrais apresentaram reabsorção radicular, e observou-se 53% nos incisivos laterais. Com este estudo os autores concluíram que tanto nos incisivos centrais como laterais apresentam elevado grau de incidência de reabsorção radicular na fase de torque e nas fases sem torque usando a técnica Tip-Edge.¹¹²

Freitas et al. em 2007 avaliaram o grau de reabsorção radicular em indivíduos com mordida aberta e com overbite normal tratados com e sem extrações de pré-molares. Analisaram radiografias periapicais pré e pós-tratamento de 120 indivíduos que dividiram em 4 grupos. O Grupo 1 constituído por 32 indivíduos tratados com extrações de pré-molares com idade média inicial de $14,01 \pm 2,58$ anos e overbite médio inicial de $-3,45 \pm 0,23$ mm. O grupo 2 composto por 28 indivíduos tratados sem extrações com

idade média inicial de $13,27 \pm 2,75$ anos e overbite médio inicial de $-3,10 \pm 0,24$ mm. No grupo 3 incluiu 30 indivíduos com overbite normal ($1,09 \pm 0,24$ mm) tratados com extrações de pré-molares com idade média inicial de $13,28 \pm 1,79$ anos. O grupo 4 foi constituído por 30 indivíduos com overbite normal ($1,67 \pm 0,24$ mm) tratados sem extrações de pré-molares com idade média inicial de $12,87 \pm 1,43$ anos. Não foram encontradas diferença estatisticamente significativa entre os graus de reabsorção radicular da mordida aberta versus grupos com overbite normal, mas os grupos com extrações teve um grau de reabsorção radicular estatisticamente significante maior que os grupos sem extrações. Foram observadas correlações significativas entre os grupos de extração entre grau reabsorção radicular e a quantidade de correção de overjet e retração dos ápices dos incisivos superiores. Concluíram que a reabsorção radicular foi semelhante entre os protocolos de tratamento de mordida aberta e overbite normais, mas o tratamento recorrendo a extração apresentou reabsorção radicular maior do que o tratamento sem extrações.³⁵

Consolario, em 2007 publicou um artigo de opinião em que apresentava as seguintes conclusões: 1) As ortopantomografias não são indicadas para o diagnóstico de reabsorções radiculares. Quando detetadas nestas radiografias, trata-se de casos avançados de reabsorção com grande perda de estrutura dentária. 2) Prevalência aproximada de 6-10%, isto é, a cada 100 indivíduos tratados ortodonticamente, 6 a 10 tem reabsorções dentárias de um ou mais dentes antes de iniciar o tratamento, o que pode gerar problemas durante o tratamento. 3) As radiografias periapicais são as mais indicadas para diagnóstico de alterações como: fraturas radiculares, calcificações pulpares, metamorfose cálcica da polpa, cáries, periapicopatias e reabsorção dentária. 4) No diagnóstico deve ser incluído uma análise minuciosa de radiografias periapicais de todos os dentes, com o objetivo de diagnóstico de alterações dentárias pré-existentes não detestáveis pelas ortopantomografias evitando complicações durante o tratamento ortodôntico.²⁵

Também em 2007 Pizzo, Licata, Guiglia e G Giuliana efetuaram um trabalho de revisão da literatura e apresentam algumas conclusões: o aparecimento e progressão da reabsorção da raiz está interligado com fatores de risco associados ao tratamento

ortodôntico, tais como a duração do tratamento, a magnitude da força aplicada, a direção do movimento do dente, o método de aplicação da força (contínua versus intermitente), e o movimento ortodôntico. Fatores de risco relacionados aos pacientes são a suscetibilidade individual com uma base genética, algumas doenças sistêmicas, anomalias na morfologia da raiz, trauma dentário, e tratamento endodôntico prévio. Para prevenção da reabsorção da raiz durante o tratamento ortodôntico pode ser realizado o controlo dos fatores de risco. O controlo periódico radiográfico durante o tratamento é necessário a fim de detetar a ocorrência de danos na raiz e rapidamente reavaliar os objetivos de tratamento.⁹⁰

Também em 2008 Dudic et al. efetuaram um estudo com o objetivo de validar o uso de radiografias periapicais digitalizadas na avaliação da reabsorção radicular apical ortodonticamente induzida versus micro-tomografia computadorizada (micro-TC). Vinte e nove pré-molares de 16 indivíduos foram inclinados vestibularmente durante 8 semanas. Dezanove pré-molares contralaterais não submetido a movimento ortodôntico serviram como controlo. Radiografias periapicais padronizadas foram realizadas antes e após o período experimental. Estes dentes foram extraídos e analisados usando uma técnica de micro-CT. Dois examinadores calibrados avaliaram cegamente a presença ou ausência de reabsorção radicular apical em radiografias digitalizadas e reconstruções tridimensionais dos scans. Foram detetadas diferenças significativas entre os dentes movimentados ortodonticamente e controlos: 86% dos dentes movimentados ortodonticamente e 21% dos dentes controle apresentaram reabsorção radicular apical quando se utilizou micro-CT como um método de validação. Um total de 55% dos dentes experimentais e 5% dos dentes de controlo apresentaram reabsorção quando avaliada usando o método radiológico. O método radiológico mostrou uma especificidade de 78% e uma sensibilidade de 44%, o que significa que menos de metade dos casos com reabsorção identificados usando um scanner CT foram identificados por radiografia. Quase todos os dentes movimentados ortodonticamente apresentaram reabsorção radicular apical. Reabsorção radicular apical pode ser subestimado quando avaliada utilizando radiografias periapicais digitalizadas.³²

Abass em 2008 efetuou um estudo em camundongos isogênicos (ratos) nos quais podemos controlar fatores como os ambientais e da heterogeneidade genética que dificultam os estudos genéticos humanos. Os camundongos isogênicos geneticamente distintos e a sua descendência foram analisados para examinar o modo de herança e a influência do sexo dos pais sobre a suscetibilidade à reabsorção radicular associada à força ortodôntica que foi efetuado sobre o primeiro molar superior durante 9 dias. Os resultados fornecem evidências de um componente rastreável e poligenética afetando a reabsorção radicular associada com forças ortodônticas em camundongos.¹

Em 2008 Gonzales et al. efetuaram um estudo de microscopia eletrônica de varrimento tridimensional de primeiros molares de ratos, com o objetivo de testar a hipótese de não haver diferenças nos efeitos de reabsorção radicular produzidos quando aplicada força moderada e contínua versus forças pesadas. Foram aplicadas forças de 10, 25, 50 e 100 g de força de sentido mesial sobre os primeiros molares superiores de ratos usando molas de níquel-titânio durante 3, 14 e 28 dias. Os molares foram extraídos e as superfícies reabsorvidas foram medidas por microscopia eletrônica de varrimento. A movimentação dentária do primeiro molar superior foi medida em relação ao segundo molar superiores em telerradiografias laterais de perfil digitais. Observaram aos 3 dias após aplicação da força, o movimento de dente não foi proporcionalmente relacionado com a magnitude da força. Aos 14 dias de aplicação de força resultou em movimento de dente significativamente mais nos 10, 25 e 50 g de força do que no grupo de 100 g de força. Uma aplicação de força de 10 g produz significativamente mais movimento quando observado aos 28 dias do que as outras magnitudes de força aplicada. As locas de reabsorção radicular maiores e mais profundas foram observadas na raiz disto-vestibular seguidamente pela raiz disto-palatina, méso-vestibular, média-palatina e mesial. O grau de reabsorção radicular e a movimentação dentária aumentaram com o passar do tempo de 3 a 28 dias. Relativamente às forças mais pesadas foram aplicadas, maior reabsorção radicular ocorreu. Concluíram que usando forças com sentido mesial as forças leves produzem mais movimento dentário e menor reabsorção radicular, quando comparadas com forças mais pesadas.³⁸

Chiqueto, Martins e Janson em 2008 efetuaram um estudo em que avaliaram a influência das mecânicas de intrusão para correção de curva de Spee acentuada e reversa, na reabsorção radicular dos incisivos superiores e inferiores. Estudaram as radiografias periapicais pré e pós-tratamento de 60 indivíduos com classe I e classe II divisão 1 com tratamento sem extrações, e foram divididos em dois grupos. O grupo 1 constituído por 30 indivíduos com overbite aumentado tratados com mecânica de intrusão de correção de curva de Spee acentuada e reversa, com idade média inicial de $12,8 \pm 1,23$ anos. O grupo 2 foi composto por 30 indivíduos com sobremordida normal tratados sem mecânica intrusiva com idade média inicial de $12,87 \pm 1,43$ anos. O grupo 1 apresentou estatisticamente maior reabsorção radicular que o grupo 2. Alterações no overbite e alterações na posição vertical do ápice dos incisivos centrais maxilares apresentaram correlações significativas com a reabsorção radicular. Concluíram que acentuar e inverter a curva de Spee nos arcos para corrigir a sobremordida profunda apresentam maior grau de reabsorção radicular do que as mecânicas não-intrusivas.²¹

Em 2009 Wierzicki et al que estudaram 10 pré-molares extraídos de adolescentes, cinco pré-molares extraídos antes de qualquer movimento ortodôntico, cinco pré-molares foram extraídos após 1 ano de tratamento ortodôntico em que foi alterado o plano de tratamento, originando estas extrações. Todos os dentes foram analisados por tomografia micro-computorizada (Micro-CT). Nos dentes que sofreram tratamento ortodôntico verificou-se significantes sinais de reabsorção radicular quando comparados com os dentes sem tratamento ortodôntico.¹¹⁹

Consolaro e Consolaro efetuaram um estudo de revisão bibliográfica e concluíram com a descoberta de genes de mediadores e recetores envolvidos direta ou indireta na reabsorção óssea e dentária: 1) compreenderemos melhor o porquê e como elas acontecem; 2) abrem-se perspectivas para controlá-las com o uso de medicamentos e procedimentos preventivos; 3) reforça-se que a reabsorção radicular na movimentação ortodôntica decorre dos procedimentos mecânicos sobre os tecidos, pois esses induzem stress e inflamação, cujos mediadores ativam os mecanismos genéticos para que ela ocorra, sem que isso caracterize o processo como hereditário.²⁶

Ballarde, Jones, Petocz e Darandeliler, no mesmo ano, efetuaram um estudo clínico prospectivo e randomizado para compara a reabsorção radicular com 2 padrões de aplicação de força. A amostra foi composta de 16 primeiros pré-molares superiores dos 8 indivíduos que necessitaram de extrações bilateral como parte do tratamento ortodôntico. Um aparelho fixo experimental foi colocado sobre os dentes superiores de cada lado, permitindo a aplicação de uma força com sentido vestibular. A força foi gerada por um fio segmentar de beta-titânio-molibdênio. O primeiro pré-molar em 1 lado recebeu uma força vestibular contínua, e pré-molar contralateral recebeu força intermitente. A magnitude da força inicial para ambos os lados foi de 225 cN. Após 14 dias de aplicação da força, 3 dias de descanso, depois de 4 dias de aplicação da força repetida por 8 semanas. Níveis de força foram definidos a 225 cN em cada visita semanalmente. Após o período experimental de 8 semanas, os dentes foram extraídas sob um protocolo rígido para evitar danos na superfície da raiz e analisadas com um sistema de tomografia computadorizada, e por um software foi utilizado para as medições volumétricas diretos. Os resultados permitiram observar que a força intermitente produziu menos reabsorção radicular do que a força contínua. A região vestibulo-cervical apresentou significativamente mais reabsorção do que as outras posições, correspondendo a uma região de compressão gerada pelo basculamento. Os autores concluíram que a aplicação de forças ortodônticas intermitentes de 225 cN durante 8 semanas (14 dias de aplicação da força, 3 dias de descanso, depois de 4 dias de aplicação da força repetida por 8 semanas) provoca menor reabsorção radicular do que as forças contínuas de 225 cN durante 8 semanas. Embora possa não ser clinicamente prática, em comparação com as forças de contínuas, as forças intermitentes pode ser um método mais seguro para evitar reabsorção da raiz significativa. Este regime de tratamento, no entanto, poderia comprometer a eficiência do movimento do dente.⁹

Em 2009 Paetyangkul et al. neste estudo, investigaram a topografia da superfície da raiz e da quantidade de reabsorção após a aplicação de forças controlada leves e pesadas em direção vestibular durante 12 semanas. Além disso, as quantidades de reabsorção quando forças controlados leves e pesadas foram aplicadas aos primeiros pré-molares superiores e inferiores foram quantificadas. Foram analisados quarenta primeiros pré-

molares maxilares e mandibulares de 10 pacientes ortodônticos (12.7-18.2 anos, média de 14,3 anos). Uma força leve dirigida vestibularmente de 25 g foi aplicado ao dente experimental a um lado, e uma força pesada ortodôntico de 225 g foi aplicado sobre o pré-molar contralateral. Após 12 semanas de aplicação da força, os dentes experimentais foram extraídos e analisados através de tomografia microcompututizada. As reabsorções foram analisadas com software especialmente concebido para medições diretas volumétricas. Os movimentos de dente produzidos por forças leves e pesadas foram também medidos. Observaram uma variação individual em todas as comparações. A força leve produziu reabsorção radicular significativamente menor que a força pesada. Os primeiros pré-molares superiores eram mais propensos a sofrer reabsorção radicular ortodonticamente induzida inflamatória do que os primeiros pré-molares inferiores. Houve diferença significativa entre as superfícies vestibular e lingual, com maior reabsorção radicular na superfície vestibular. Tanto os grupos de força leve e força pesado, que correspondem às zonas de pressão do movimento de tombamento. O valor médio da movimentação dentária no grupo de força pesada foi quase o dobro no grupo força leve. Os autores concluíram que o volume de crateras e reabsorção óssea induzida por forças dirigidas bucalmente durante 12 semanas sobre os primeiros pré-molares superiores e inferiores foi diretamente proporcional à magnitude da força. Os pré-molares superiores parecem ser mais suscetíveis à reabsorção radicular ortodôntico do que os pré-molares inferiores.⁸⁶

Também em 2009 Siqueira analisou radiografias periapicais pré e pós-tratamento da região do primeiro molar permanente superior bilateralmente de 19 indivíduos leucodermas femininos com idades compreendidas entre 8 e 10 anos que apresentavam má oclusão de classe II 1ª divisão dentária tratados com aparelho extra-oral de tração alta. Foram divididos em 2 grupos. Grupo A a quem foram efetuadas 18 radiografias com a formação radicular incompleta, exceto a raiz palatina e 18 radiografias finais. Ao grupo B foram efetuadas 20 radiografias com formação radicular completa e 20 radiografias finais. Observaram que no grupo A ocorreu um aumento significativo dos comprimentos radiculares, já no grupo B as diferenças de

comprimento não forma significativos. As medidas pós-tratamento do grupo A foram semelhantes às medidas pré-tratamento do grupo B. Os dentes com formação radicular incompleta ao início do tratamento apresentaram crescimento radicular normal durante o tratamento ativo. Conclui que o uso de aparelho extra-oral não influencia negativamente na formação radicular e não provocou reabsorção radicular apical nos molares submetidos à ação do aparelho.¹⁰⁷

Gonzales et al em 2009 pretenderam estudar o efeito de medicamento não-esteróide e esteróide na movimentação dentária e reabsorção radicular em molares de ratos. Administraram aspirina, acetaminofeno, meloxicam, celecoxib e prednisolona. E efetuaram um dispositivo com molas helicoidais fechadas de níquel-titânio ancorados às áreas cervicais dos incisivos. Uma força de sentido mesial de 50 g foi aplicada no primeiro molar esquerdo maxilar de 60 ratos Wistar masculinos com 10 semanas de idade. Estes foram divididos em 12 grupos de 5 ratos Wistar, os vários medicamentos foram administrados em altas e baixas doses na água durante 2 semanas. Ao grupo controlo foi aplicado o dispositivo mecânico mas não foi aplicada qualquer medicação. O movimento dentário foi medido na telerradiografia de perfil lateral. As raízes mesial e distal foram examinados utilizando um scanner de electrões e um scanner microscópico de laser tridimensional. Observaram que quando comparados com o grupo controlo apenas o grupo a quem foi administrado prednisolona e alta dose de celecoxib apresentaram significativamente menos reabsorção radicular e menor movimento dentário. O grupo a quem foi administrado celecoxib em baixa dose apresentou diminuição do movimento dentário, sendo o grau de reabsorção radicular semelhante ao grupo controlo. Concluíram que em ratos a administração de prednisolona e alta dose de celecoxib reduzem reabsorção radicular e interfere com o movimento dentário.³⁹

Já em 2010 Jiang, McDonald e Fu efetuaram um estudo em que avaliaram os fatores relacionados com a reabsorção radicular antes e depois do tratamento ortodôntico. Para tal, avaliaram ortopantomografias iniciais e finais de 96 indivíduos com idades entre 9 e 34 anos, 62 do sexo feminino e 34 masculino. A duração de tratamento foi de pelo menos um ano. Observaram não existir diferença no grau de reabsorção radicular

relativamente ao sexo. Observaram maior incidência de reabsorção radicular nos indivíduos tratados com extrações e nos indivíduos cujo tempo de tratamento foi mais longo. Observaram ainda que o aumento de idade do indivíduo estava associado a um aumento da reabsorção radicular dos incisivos superiores tanto no início como no fim do tratamento. Concluíram que a idade do indivíduo e a duração aumentada de tratamento estão mais associadas com a reabsorção radicular e que a presença de reabsorção radicular no início do tratamento está associada com a reabsorção radicular encontrada no fim do tratamento, principalmente nos dentes superiores anteriores.⁵³

Em 2010 Huang, Wang Zhang e Liu estudaram 52 indivíduos que na ortopantomografia pré-tratamento não apresentavam qualquer sinal de reabsorção radicular, sem trauma dentário, sem raízes com dilacerações, anodontias ou caninos impactados, rizogênese completa, incisivos não tratados endodonticamente nem com lesões de cárie. Os indivíduos foram tratados com extração de quatro primeiros pré-molares e fecho de espaços com ancoragem moderada. Foram divididos em dois grupos: um tratado com fecho de espaços em duas etapas, e o outro foi tratado com fecho de espaços das extrações em um só passo após o alinhamento e nivelamento, com recurso aos mesmos aparelhos pré-ajustados. O encurtamento das raízes dos incisivos inferiores e superiores foi avaliado na ortopantomografia, comparando a radiografia pré-tratamento com a radiografia após fecho dos espaços e medido em milímetros. Observaram não haver diferença na quantidade de encurtamento de raiz entre os procedimentos de fechamento de espaços. O encurtamento da raiz média de incisivos, central e lateral foi $0,43 \pm 0,12$ milímetros e $0,58 \pm 0,10$ milímetros, respetivamente, e que de incisivos central e lateral foi de $0,23 \pm 0,07$ milímetros e $0,22 \pm 0,06$ milímetros, respetivamente.⁴⁸

Também em 2010, Choi, Baek, Lee e Chang estudaram 54 ratos Wistar com o objetivo de observar os efeitos de clodronato (um bisfosfonato de primeira geração), sobre a remodelação óssea precoce alveolar e reabsorção radicular em relação à forças ortodônticas. A amostra foi dividida em três grupos de 18 ratos: grupo a quem foi atribuído 2,5 mmol/L de clodronato, grupo a quem foi atribuído 10 mmol/L de clodronato e grupo controlo. Após a aplicação de uma mola de níquel-titanio com 60 g de força, entre o incisivo central superior e primeiro molar 2,5 mmol/L de clodronato,

10 mmol/L de clodronato, ou solução salina foi injetado na mucosa adjacente ao primeiro molar maxilar de três em três dias. Todos os animais receberam tetraciclina, calceína, e vermelho de alizarina por injeção intraperitoneal aos 1, 6 e 14 dias, respectivamente. As quantidades de movimento de dente foram medidas nos dias 3, 6, 9, 12 e 15 dias. Os animais foram sacrificados aos 4, 7 e 17 dias. Análises histomorfométricas da taxa mineral óssea aposicional, percentagem de área com reabsorção radicular e número de lacunas de reabsorção radicular na raiz méso-vestibular do primeiro molar superior a 4, 7 e 17 dias foram feitas. Após análise estatística observaram que os ratos no grupo a quem foi administrado 10 mmol/L de clodronato tiveram reduções significativas da movimentação dentária e a percentagem de área de reabsorção radicular e número de lacunas de reabsorção radicular, e aumentos das taxas aposicionais minerais quando comparadas com o grupo a quem foi administrado 2,5 mmol/L de clodronato e grupo de controlo. Concluíram que embora o clodronato possa diminuir a reabsorção radicular em relação à movimentação ortodôntica, o paciente deve ser informado sobre uma possível diminuição na quantidade de movimentação dentária e um período prolongado de tratamento ortodôntico.²²

Também em 2010 Weltman et al. efetuaram uma revisão sistemática da literatura onde concluíram que os resultados foram inconclusivos quanto aos procedimentos clínicos que devem ser observados, contudo afirmam existir evidência científica que apoia o uso de forças leves, especialmente na movimentação intrusiva dos incisivos.¹¹⁸

Em 2011 Lund et al. realizaram exames tomográficos com recurso a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) a 152 indivíduos com maloclusão de classe I. No fim do tratamento observaram que 94% dos indivíduos apresentavam pelo menos 1 raiz com diminuição do comprimento da raiz maior de 1 mm. 6,6% apresentavam pelo menos 1 dentes onde o encurtamento radicular excedia 4 mm. 56,3% dos incisivos laterais superiores apresentavam uma diminuição do comprimento radicular maior do que 1 mm. Concluíram que os dentes superiores e dentes anteriores foram significativamente associados com o grau de encurtamento da raiz. Sexo, comprimento

de raiz no início do tratamento e a duração do tratamento não foram. Uma técnica CBCT pode fornecer informações mais precisas sobre a reabsorção radicular.⁶⁸

Brin e Bollen em 2011 testaram a hipótese de que o tratamento com extrações seriadas seguidas de mecanoterapia (SE) causaria menos reabsorção radicular externa apical (EARR) que o tratamento ortodôntico com extrações tardias (LE). Foram analisadas as telerradiografias de perfil pré mecanoterapia e após mecanoterapia de 48 indivíduos, 24 submetidos a SE e 24 indivíduos submetidos a LE que funcionaram como grupo controle. Os traçados cefalométricos foram sobrepostos no plano palatino, e foi observado o comprimento do incisivo central, a mudança de inclinação axial do incisivo central e foram medidos os movimentos apicais horizontal e vertical. Os resultados revelaram que os comprimentos dos dentes nos dois grupos foram reduzidos: os valores EARR eram 1,8 mm (+/- 1.1) no grupo SE e 2,1 mm (+/-1,4) no grupo LE, e a diferença entre os grupos não foi significativa. Os movimentos dos dentes de ambos os grupos eram semelhantes em valores absolutos. Concluíram que as extrações seriadas não previnem a EARR quando é necessário mecanoterapia posterior.¹⁹

Também em 2011 Ramos et al. analisaram os níveis de IgG e IgA (SIgA) antes (T0) e 6 meses após (T6) do início do tratamento ortodôntico. Recolheram amostra de saliva e efetuaram radiografias periapicais dos incisivos centrais superiores de 50 indivíduos, 31 femininos e 19 masculinos, com idades médias de 24,6 e 10,3, respetivamente. Foram ainda analisados 50 indivíduos que não foram tratados ortodonticamente, como grupo controle. Os resultados sugerem que variações da resposta imune sistémica e local aos antígenos dentinários podem ocorrer durante o tratamento ortodôntico. Altos níveis de SIgA salivares antes do tratamento estão associados com lesões mais avançadas após 6 meses de tratamento.⁹¹

Em 2011 Motokawa et al. estudaram 243 indivíduos (171 femininos e 72 masculinos) com idades entre 9 e 51 anos que foram tratados com aparelho ortodôntico fixo multi-braquetes. Os indivíduos foram divididos em grupos: extrações (113 indivíduos, 2805 dentes) e sem extrações (130 indivíduos, 3616 dentes); grupo cirúrgico (56 indivíduos, 1503 dentes) e grupo não cirúrgico (187 indivíduos, 4918 dentes). Também foram

divididos em grupos com base na duração do tratamento com Edgewise multiloop (MEAW), o uso de elásticos e tempo total de tratamento: 0 meses (T1, 184 indivíduos, 4831 dentes), entre 0-6 meses (T2, 37 indivíduos, 994 dentes), mais de 6 meses (T3, 22 indivíduos, 596 dentes). A gravidade da reabsorção radicular foi classificada com recurso às radiografias pré e pós-tratamento. Observaram que a prevalência de reabsorção grave com base no número de dentes foi significativamente maior no grupo com extrações ($P < 0,01$). Longo uso do aparelho Edgewise multiloop e elásticos também produziu uma prevalência significativamente maior de reabsorção radicular ($P < 0,05$). Por outro lado, a prevalência de reabsorção grave não foi significativamente diferente entre os indivíduos tratados com ou sem cirurgia, mas houve um aumento significativo quando o tempo de tratamento foi prolongado ($P < 0,05$). Uma diferença significativa foi encontrada na quantidade de movimento da raiz dos incisivos centrais superiores e da distância a partir de ápices de raízes à superfície do osso cortical ($P < 0,05$). Estes são considerados fatores essenciais para o início da reabsorção radicular. Estes resultados indicam que o tratamento ortodôntico com extrações, a longo prazo da utilização de um aparelho MEAW e elásticos, o tempo de tratamento, e distância do movimento dentário são fatores de risco para a reabsorção radicular severa.⁷⁸

Makedonas, Lund, Grondahl e Hansen em 2011 investigaram a reabsorção radicular após 6 meses de tratamento ortodôntico ativo e a sua relação com possíveis fatores de risco. Analisaram por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (cone-beam) 97 indivíduos com idades entre 10 e 18 anos com maloclusão de classe I e apinhamento tratados com aparelho fixo e extrações dos pré-molares, antes e após 6 do início do tratamento. Foram analisados todos os dentes de primeiro molar a primeiro molar de ambas as arcadas. O grau de reabsorção radicular com catalogado segundo o índice de Malmgren. Observaram reabsorção radicular menor (< 2 mm) em 10% dos pacientes e severa (> 2 mm) em 4 indivíduos. Os dentes mais afetados situavam-se na maxila, especialmente os incisivos. Após 6 meses de tratamento, a reabsorção clinicamente significativa foi diagnosticado em 4% dos pacientes, ou seja, em 96% dos pacientes o exame radiográfico não revelaram qualquer informação significativa. Os fatores de risco selecionados: sucção digital, roer unhas, anomalias de

formação radicular, dentes que sofreram trauma e quantidade de movimentação dentária, não têm qualquer impacto sobre a quantidade de reabsorção após 6 meses de tratamento ativo.⁶⁹

Em 2011 Liu, Xu, Eb e Wang efetuaram um estudo em ratos Wistar com o objetivo de examinar o efeito do ultrassom de baixa intensidade (LIPUS) na reabsorção radicular ortodonticamente induzida. Para tal recorreram a sessenta e quatro ratos Wistar machos que foram aleatoriamente divididos em quatro grupos de 16 ratos cada. No grupo controlo negativo os ratos não foram tratados; no grupo controlo positivo os ratos foram tratados com movimento ortodôntico sem o uso de LIPUS; em dois grupos tratamentos com LIPUS, os ratos foram sujeitos a movimento ortodôntico e tratados com LIPUS a 100 ou 150mW/cm². Os resultados revelaram que os grupos tratados com LIPUS apresentaram uma diminuição do índice de reabsorção radicular determinado por microscopia eletrónica de varrimento, apresentavam também no exame histológico uma diminuição do número de osteoclastos, observando-se zonas de reparo no cemento nos grupos tratados com LIPUS. Os autores concluíram que o uso de LIPUS regula a diferenciação dos osteoclastos evocando um efeito reparador sobre a reabsorção radicular ortodonticamente induzida em ratos Wistar.⁶⁷

King et al em 2011 examinaram trinta primeiros pré-molares superiores de 15 pacientes com indicação de extrair estes dentes como parte do seu tratamento ortodôntico. Cada dente no mesmo paciente foi escolhido aleatoriamente para ter tanto uma inclinação de 2,5° ou 15° da raiz para distal durante 4 semanas. Após o período experimental, os dentes foram extraídas de acordo com um protocolo rígido para evitar danos para a raiz. Eles foram, então, examinados por tomografia microcomputurizada de varredura. Uma diferença significativa foi encontrada na quantidade de reabsorção radicular total entre as forças leves e pesados (P = 0,021). Os volumes médios das crateras de reabsorção do grupo 15° são maiores do que no grupo de 2,5°. Quando as áreas de compressão no ligamento periodontal foram comparados com as áreas de tensão, a significância foi visto apenas nas zonas apical e cervical. Baseado nesta experiência, pode-se concluir que a 15° de inclinação distal da raiz causa reabsorção radicular ortodonticamente induzida inflamatória mais do que a inclinação

de 2,5 °. Além disso, a reabsorção radicular maior foi encontrada em áreas sob pressão quando comparado com áreas sob tensão.⁵⁷

Curl e Sampson em 2011 testaram a hipótese de que osteoprotegerina (OPG), como um antagonista dos osteoclastos, pode oferecer controlo molecular sobre o processo de reabsorção da raiz ortodôntico. Foram analisados 18 ratos Sprague-Dawley nos quais investigaram a presença de fator de necrose tumoral alfa (TNF-alfa) e recetor do fator de necrose tumor 1 (TNFR1) em um modelo estéril e inflamatório de ligamento periodontal. Os resultados mostraram a presença de reabsorção radicular em diferentes quantidades e locais nos ratos experimentais e controle. Processo de reparação foi maior nos ratos tratados com OPG, muitas vezes com a presença de uma união anquilótica. Imunomarcagem mostrou a presença de TNF-alfa e TNFR1 na inflamação estéril localizada principalmente na área inter-radicular do ligamento periodontal. Os resultados indicaram que o TNF-alfa e o seu recetor TNFR1, pela sua presença, podem modificar a eficácia da OPG, oferecendo uma via alternativa para a formação de osteoclastos.³⁰

Sunku et al. em 2011 efetuaram um estudo recorrendo aos arquivos de 36 indivíduos que apresentavam relação de Classe I e II de Angle e foram tratados com ou sem extrações de pré-molares e aparelhos fixos. Alguns indivíduos de classe II foram tratados adicionalmente com forças extrabuciais ou aparelhos funcionais. Reabsorção apical externa (EARR) por dente em milímetros foi calculada e foi também expressa em percentagem do comprimento da raiz original. Imagem de reconstrução e subtração foram realizadas utilizando o software de registro de imagens Regeemy (versão 0.2.43-RCB, DPI-INPE). Uma região de interesse (RDI) foi definido no terço apical da raiz e da densidade de calibração foi feita em Image J[®] usando esmalte (valor de cinza = 255) como referência, na mesma imagem. Os valores médios de cinza na RDIs foram reflexo da alteração dos valores de densidade entre as duas imagens. Observaram que sexo, a idade em que o tratamento foi iniciado e classificação de Angle não foi estatisticamente relacionada com a reabsorção radicular observada. A redução percentual média de densidade foi maior em ambos incisivo central: por 27,2 e 25,2% nos incisivos centrais superior direito e superior esquerdo, respetivamente, seguido pelos dentes caninos

superior direito e superior esquerdo (23,5 e 21,0%) e, em seguida, os incisivos laterais superior direito e superior esquerdo (19,1 e 17,4%). Concluíram que a extração de dentes antes do início do tratamento e a duração do tratamento ortodôntico foi positivamente correlacionada com a quantidade de reabsorção da raiz. O registros de imagens Regeemy são útil para avaliar as variações de densidade ao redor dos dentes durante o tratamento ortodôntico. A densidade em torno dos vértices dos dentes reduzida significativamente após a aplicação de forças ortodônticos durante o tratamento. Os autores afirmam que a avaliação das mudanças de densidade em radiografias de tratamento de pacientes submetidos à terapia ortodôntica pode ajudar no monitoramento de reabsorção radicular externa apical durante o curso do tratamento.¹¹¹

Também em 2011 Paetyangkul et al. investigaram as quantidades de reabsorção volumetricamente após a aplicação de forças controladas leves e pesadas em direção vestibular durante 4, 8 e 12 semanas. A amostra foi composta de 54 primeiros pré-molares superiores em 36 pacientes (idade média de 14,9 anos; 21 femininos, 15 masculinos) que necessitaram de extrações de primeiros pré-molares como parte de seu tratamento ortodôntico. Os dentes foram divididos em 3 grupos que variaram na duração da aplicação da força: 4, 8, ou 12 semanas. Os pré-molares direitos ou esquerdos foram selecionados aleatoriamente para receber 2 níveis de forças. Uma força leve dirigida vestibularmente de 25 g foi aplicado ao dente experimental sobre um lado, enquanto uma força pesada de 225 g foi aplicado sobre a pré-molares contralateral. No final do período experimental, os dentes foram extraídos e analisados com a tomografia microcomputurizada. Diferenças significativas no grau de reabsorção radicular foram encontradas entre 4, 8 e 12 semanas de aplicação da força ($P < 0,001$), com reabsorção substancialmente mais severa nos grupos de maior duração da força. A força leve produziu reabsorção radicular significativamente menor que a força pesada.⁸⁷

Karadeniz et al. em 2011 efetuaram um estudo com o objetivo de investigar o efeito de quantidades altas e baixas de ingestão de flúor desde do início da reabsorção radicular ortodonticamente induzida inflamatório sob aplicações de força leves (25 g) e pesada

(225 g). Quarenta e oito indivíduos que necessitaram de extrações de pré-molares como parte do tratamento ortodôntico foram selecionadas a partir de 2 cidades na Turquia com altas concentrações de flúor e baixas água da rede pública ≥ 2 e $\leq 0,05$ ppm, respectivamente. Os indivíduos foram divididos aleatoriamente em 4 grupos de 12 cada: grupo 1, a ingestão de alta quantidade de flúor e força pesada, grupo 2, a ingestão baixa de flúor e força pesada, grupo 3, a ingestão de flúor alta e força leve, e grupo 4, a ingestão de flúor baixa e força leve. Forças ortodônticas leves ou pesadas de vestibularização foram aplicadas sobre os primeiros pré-molares superiores durante 28 dias. No dia 28, os dentes foram extraídos, e as amostras foram analisadas com tomografia microcomputurizada. O flúor reduziu o volume das crateras de reabsorção radicular em todos os grupos, no entanto, este efeito foi significativamente diferente, com aplicação de força elevada ($P = 0,015$). Constatou-se também que as forças leves originaram reabsorção radicular menor que as forças pesadas. Não houve diferença estatística na quantidade de reabsorção radicular observada na superfície radicular (vestibular, lingual, mesial e distal) em todos os grupos. O flúor pode reduzir o volume de crateras e reabsorção dentária. Este efeito é significativo com aplicações de força pesado ($P < 0,05$). Os terços, cervical e apical da raiz apresentaram reabsorção radicular significativamente maior após a aplicação da força de inclinação vestibular durante 4 semanas.⁵⁵

Bartley et al. em 2011 realizaram um estudo que pretendia avaliar e quantificar a extensão de reabsorção radicular após a aplicação de $2,5^\circ$ e 15° de torque vestibular de raiz durante 4 semanas. Quinze indivíduos que necessitavam de extração bilateral dos seus primeiros pré-molares superiores para o tratamento ortodôntico foram estudados. Ao utilizar um protocolo padronizado experimental, os pré-molares direito e esquerdo foram aleatoriamente submetido a $2,5^\circ$ ou 15° de torque vestibular da raiz. No final do período de 4 semana, os pré-molares foram extraídos. A análise volumétrica de reabsorção radicular foi realizada por meio de tomografia microcomputorizada. Em geral, as quantidades de reabsorção radicular eram comparáveis após a aplicação de $2,5^\circ$ ou 15° de torque ($P = 0,59$). Houve uma diferença significativa entre os 2 níveis de força apenas na região apical ($P = 0,034$).

Mais reabsorção radicular ocorreu em áreas de compressão do que em áreas de tensão. As variáveis de idade e sexo não foram estatisticamente significativas. Reabsorção da raiz foi evidente após 4 semanas de aplicação das forças. Reabsorção radicular foi mais observada na região apical do que nas regiões média e cervical.¹¹

Zahrowski e Jeske em 2011 efetuaram uma revisão sistemática sobre reabsorção radicular apical externa (EARR) em pacientes submetidos a abrangente tratamento ortodôntico. Os resultados de uma análise de alta qualidade sistemática de 11 ensaios clínicos randomizados sugere que EARR tem uma etiologia multifatorial, está associada a ortodontia abrangentes; apoia a utilização de forças leves, especialmente durante a intrusão de dentes.¹²²

Em 2011 Sirisoontorn et al. pretenderam quantificar a quantidade de movimentação dentária e reabsorção radicular induzidos ortodonticamente (OIRR) em ratas ovariectomizadas. Para tal usaram cinco de 10 semanas de idade submetidas a ovariectomia (OVX) e outras cinco ratas sem ovariectomia serviu como o grupo de controlo. Quatro semanas após a ovariectomia, foram aplicadas molas fechadas de níquel-titânio com 25 g aplicadas mesialmente aos primeiros molar superior esquerdo. Foi realizada micro-tomografia computadorizada ao dia 0, 1, 3, 7, 14, 21 e 28. No dia 28, os molares foram extraídos. A área da superfície de crateras de reabsorção óssea, profundidade e volume foram medidos utilizando microscopia de varrimento a laser. Os resultados mostraram que o movimento dentário aumentou gradualmente com o tempo ao longo de 28 dias. Houve uma diferença significativa na quantidade de movimento de dente entre o grupo controlo e o grupo OVX. Relativamente à OIRR, o grupo OVX mostrou crateras largas e rasas de reabsorção espalhada na raiz mesial. As crateras profundas de reabsorção foram observadas nas raízes distais distribuídas nos terços cervical, médio e apical das raízes. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o controlo e o grupo OVX na profundidade e do volume de crateras e reabsorção óssea nas raízes distais e do volume total de crateras e reabsorção óssea em todos os três raízes. Os autores concluíram que a ovariectomização não só afeta a movimentação dentária, mas também OIRR. O movimento dentário no grupo OVX foi mais rápido que no grupo de controlo. Além

disso, a quantidade de OIRR no grupo OVX foi mais grave do que o grupo de controle.¹⁰⁸

Em 2012 Sirisoontorn et. al. estudaram o efeito do ácido zoledrônico, um bisfosfonato potente, na movimentação dentária e reabsorção radicular ortodonticamente induzida em animais osteoporóticos sistemicamente tratados com ácido zoledrônico como semelhante ao utilizado em pacientes na pós-menopausa. Analisaram 15 ratas Wistar com 10 semanas de idade que foram divididas em 3 grupos: ovariectomia; ovariectomia associada a ácido zoledrônico e grupo controle. Ao grupo controle não foi aplicado ácido zoledrônico, nem foi feita ovariectomia. Quatro semanas após ovariectomia dos grupos experimentais foram aplicadas molas de níquel-titânio para observar o movimento do dente e reabsorção ortodonticamente induzida. Observaram diferenças significativas nos valores da movimentação dentária e reabsorção radicular ortodonticamente induzida entre o grupo de ovariectomia e o grupo controle, e também entre os grupos ovariectomia e ovariectomia associado a ácido zoledrônico. Não houve diferença estatisticamente significativa no movimento dentário e a reabsorção radicular ortodonticamente induzida entre a ovariectomia associado a ácido zoledrônico e o grupo controle. O ácido zoledrônico inibiu significativamente o movimento dentário e reduziu significativamente a severidade da reabsorção radicular ortodonticamente induzida em ratas ovariectomizadas. A ovariectomia associado a ácido zoledrônico apresentaram quase os mesmos resultados que o grupo controle, tanto o movimento dentário e induzidos ortodonticamente reabsorção radicular.¹⁰⁹

Baysal et al. em 2012 efetuaram uma avaliação da reabsorção radicular após expansão rápida da maxila com recurso a tomografia computadorizada feixe-cônico (cone-beam). Para tal, analisaram o volume radicular dos primeiros molares, primeiros pré-molares e segundos pré-molares de 25 indivíduos. Observaram que para todos os dentes analisados a diferença de volume radicular pré e pós-expansão foi estatisticamente significativa. A maior diminuição de volume observou-se na raiz mesiovestibular do primeiro molar. A raiz menos afetada foi a raiz distovestibular do primeiro mola. A percentagem de volume perdido não foi estatisticamente significativa.¹²

Em 2012 Iglesias-Linares et al. analisaram 146 pré-molares superiores com intuito de investigar se as variantes genéticas do gene da interleucina-1 (IL-1) estão associados com uma possível variabilidade genética causadora de reabsorção radicular externa apical (EARR) pós-ortodôntica, em dentes obturados endodonticamente comparando-os com os dentes homólogos com polpas vitais. A seleção genética foi realizada para dois polimorfismos de nucleótido único, SNPs:rs1800587 (IL-1A) e rs1143634 (IL-1B) do gene IL-1. Os pré-molares foram radiografados para avaliação da EARR e os indivíduos foram divididos em dois grupos segundo a presença ou ausência de uma EARR maior de 2 mm pós-tratamento ortodôntico. Não observaram diferença na IL-1A, contudo puderam observar que quando se expressava IL-1B, os dentes obturados endodonticamente apresentavam duas vezes mais risco de sofrerem EARR pós-tratamento ortodôntico que os dentes vitais.⁴⁹

Yu, He e Chen em 2012 estudaram o grau de fidedignidade dos dados obtidos em ortopantomografia e radiografias periapicais comparando com a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) na avaliação da reabsorção radicular. Para tal analisaram 121 dentes anteriores de 32 indivíduos, recolheram ortopantomografias, radiografias periapicais e imagens de CBCT pré e pós-tratamento. Concluíram que as radiografias periapicais e ortopantomografias apresentavam precisão de 53,7% e 67,8%, respectivamente, considerando-os deste modo, meios de diagnóstico pobre de reabsorção radicular.¹²¹

Também em 2012, Simplicio, Silva, Caldas e Santos-Pinto, efetuaram um estudo para avaliar a ocorrência de reabsorção radicular externa apical (EARR) nos incisivos após a retração anterior em tratamento ortodôntico corretivo com extrações primeiro pré-molar e se ele estava relacionado com o tipo de movimento ápice radicular e sua inclinação. Analisaram os incisivos superiores e inferiores de 22 pacientes, 13 femininos e 9 masculinos, com idades de 12 a 25 anos que foram tratados com aparelhos fixos e extração de pré-molar. EARR foi definida como a diferença de comprimento da raiz antes e após a retração incisal em radiografias periapicais. Pré e pós-retração incisal telerradiografias laterais estabeleceram a relação entre EARR e a inclinação dos incisivos, junto com o movimento vertical, horizontal, e total do ápice da raiz. Houve

EARR significativa (1,51-2,37 mm) durante a retração dos incisivos, mas isso não foi relacionado para com movimento ou a inclinação do ápice da raiz de quase todos os dentes. Observou-se que após a fase de retração, EARR ocorreu em todos os incisivos avaliados, mas foi mais significativa no Incisivo lateral inferior direito. Concluíram que a EARR que ocorreu não foi relacionada ao movimento ou inclinação do ápice radicular, exceto para o movimento vertical do ápice radicular do incisivo central esquerdo mandibular e a inclinação do incisivo lateral maxilar direito.¹⁰⁶

Leite et al. em 2012 estudaram 152 incisivos superiores e inferiores de 19 indivíduos com o objetivo de comparar a reabsorção radicular entre aparelho pré-ajustado convencional e auto-ligado com análise por tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT). Os indivíduos foram divididos em dois grupos: Grupo I (constituído por 11 indivíduos tratados com braquetes auto-ligados) e Grupo II (constituído por 8 indivíduos tratados com braquetes pré-ajustado convencionais). Os exames tomográficos foram obtidos antes (T1) e 6 meses após início do tratamento (T2). Foram encontradas diferenças significativas em ambos os grupos entre T1 e T2. Entretanto, nenhuma diferença no grau de EARR foi detectada entre os grupos estudados. Concluíram que embora EARR ocorreu em todos os dentes avaliados, o desenho dos braquetes (auto-ligados ou convencional) não demonstrou qualquer influência sobre os resultados observados.⁶¹

Wu et al em 2012 realizaram um ensaio clínico prospectivo e randomizado que foi quantitativamente medir e comparar as localizações, dimensões e volume de crateras e reabsorção radicular em molares humanos após a aplicação de forças de rotação controladas leves (25 g) e pesadas (225 g) durante 4 semanas. Quinze pacientes que necessitam de extração bilateral de primeiros pré-molares superiores como parte do seu tratamento ortodôntico foram recrutados para este estudo. Cada paciente recebeu uma força pesada rotativa sobre um pré-molar e uma força leve rotacional sobre o pré-molar contralateral. Forças ortodônticas rotacionais foram aplicadas ao longo de 28 dias com as molas de titânio beta-molibdênio de 0,016 polegadas utilizados para aplicar a força leve e 0,018 polegadas de aço inoxidável para a força pesada. Após o período experimental, os pré-molares superiores primeiros foram extraídos sob

protocolos rigorosos para evitar danos na superfície da raiz. As amostras foram então digitalizadas utilizando a tomografia microcomputorizada (micro-TC). O volume médio das crateras de reabsorção foi de 0,42 mm no grupo força de leve e 0,51 mm no grupo força pesada ($P = 0,013$). Quando separados ao nível da raiz, a diferença no volume de crateras e reabsorção radicular entre os 2 grupos foi significativamente diferente apenas no nível médio ($P = 0,001$). Crateras de reabsorção foram consistentemente detetado nas fronteiras entre as superfícies vestibular e distal e as superfícies mesial e lingual. Forças pesadas rotacionais causaram reabsorção radicular mais do que as forças rotacionais leves e áreas de compressão (superfícies vestibulo-distal e lingual, mesial) apresentaram reabsorção radicular significativamente maior do que outras áreas em todos os níveis da raiz.¹²⁰

Em 2012 Fonseca et al. avaliaram os efeitos da terapia de LED de 940 nm sobre a cicatrização periodontal, infiltração de células inflamatórias e reabsorção radicular, em um modelo experimental de movimentação ortodôntica em ratos. Vinte e cinco ratos Wistar machos foram divididos em quatro grupos experimentais: animais controle (Co, $n = 5$), controles + LED terapia (CoLED, $n = 6$), animais submetidos à força ortodôntica (RR, $n = 7$) e submetidos a força ortodôntica + LED terapia (RRLED, $n = 7$). Uma força de 50 g foi aplicada aos molares superior direito nos grupos RR e RRLED. Nos dias 2, 3, e 4 após o tratamento ortodôntico, os grupos CoLED e RRLED recebeu irradiação LED (940 nm, 4 J/cm). Os animais foram sacrificados no 7º dia para análise histológica. Uma maior número de reabsorção radicular lacunas foi encontrada apenas no grupo RR ($p < 0,05$). O grupo RR também apresentou mais osteoclastos ($p < 0,005$) e infiltração de células inflamatórias ($p < 0,005$) do que o grupo controle. O grupo RRLED apresentou menos osteoclastos ($p < 0,005$) e células inflamatórias ($p < 0,005$) no ligamento periodontal, do que o grupo RR. Os grupos CoLED e RRLED apresentado mais fibroblastos periodontais ($p < 0,005$) do que os não-irradiados. RRLED apresentou mais vasos sanguíneos ($p < 0,01$) no ligamento periodontal do que o grupo RR. Em conclusão, os resultados sugeriram aos autores que a terapia com LED melhorou o reparo do tecido periodontal e ocorreu diminuição da inflamação e reabsorção radicular após a aplicação de força ortodôntica.³⁴

Em 2012 Kamble, Lohkare, Hararey e Mundada efetuaram um estudo com recurso a modelos de elementos experimentais (FEM) com o fim de investigar a distribuição de tensão nas raízes dos incisivos centrais superiores tendo vários tipos de morfologias de raiz em relação à aplicação de diferentes tipos de forças ortodônticas. As morfologias investigadas foram: normal, curta, grossa, dilacerada e em pipeta, e forças ortodônticas em várias direções: extrusão, intrusão, rotação e intermitente, segundo o longo eixo do dente. Com a aplicação de várias forças, o stress aumentou significativamente no ápice da raiz com morfologia dilacerada e na região do terço cervical do dente com a raiz curta. O aumento de stress foi observado na região do terço médio no dente com a raiz em forma de pipeta durante a aplicação de força de intrusão e extrusão. Concluíram que o padrão de distribuição de tensões indica que os incisivos centrais superiores com a morfologia de raiz dilacerada estão em maior risco de reabsorção radicular.⁵⁴

Zhao et al. avaliaram em 2012, dezoito ratos Wistar machos de 6 semanas de idade. Foram divididos em 3 grupos. Todos os ratos foram submetidos a 2 semanas de movimento ortodôntico seguido por um período de retenção de 2 semanas. Durante a retenção o grupo de transferência de 6 ratos recebeu o gene de osteoprotegerina (OPG); o grupo simulado de 6 ratos recebeu um vetor simulado e no grupo controlo de 6 ratos nenhuma injeção foi aplicada. A reabsorção radicular externa (ERR) dos 3 grupos foi avaliada in vivo com análise micro-CT no início, ao último dia do movimento dentário ortodôntico e no último dia de retenção. No grupo de OPG, não houve diferença significativa entre ERR na fase inicial e a ERR no último dia de retenção. No último dia de retenção, o rácio de reparação de ERR no grupo OPG foi estatisticamente mais elevada em relação à razão de reparação dos outros grupos. Os resultados indicaram que a transferência do gene OPG aumentou significativamente a reparação de ERR durante a retenção. Transferência gênica local de OPG assim, pode ser uma ferramenta útil para reparação da ERR durante a retenção.¹²³

Montenegro et al. em 2012 estudaram a reabsorção radicular após a aplicação de forças ortodônticas extrusivas leves e pesados. Analisaram dez indivíduos (7 femininos, 3 masculinos) que necessitaram de extrações maxilar bilateral de primeiros pré-molares como parte de seu tratamento ortodôntico. A amostra total foi constituída por

20 primeiros pré-molares superiores. As forças aplicadas foram leves (25 g) ou pesadas (225 g) ao primeiro pré-molar direito ou esquerdo durante 28 dias. Após o período experimental, os dentes foram extraídos sem danos nas raízes e analisados com tomografia microcomputorizada. Observaram que houve uma diferença significativa na reabsorção total causada pelas forças leves e pesadas ($P = 0,037$). A discrepância entre os grupos leves e pesados, não foi significativa para as regiões cervical, média e apical separadamente. Somente as superfícies distais foram significativamente diferentes entre as forças leves e pesados ($P = 0,008$). Concluíram que a maior reabsorção foi observada após forças pesadas extrusivas quando comparado com as forças leves. As superfícies distais da raiz dos dentes foram significativamente mais afetadas que as outras superfícies radiculares o que pode ser influenciada pela morfologia radicular e angulação inicial do dente. Não houve diferença significativa nos terços cervical, médio e apical em relação à reabsorção radicular.⁷⁷

Llamas-Carreras et al. analisaram uma amostra constituída por 38 indivíduos (14 masculinos e 24 femininos), que tinham uma raiz de um incisivo obturada endodonticamente antes da conclusão da terapia ortodôntica durante pelo menos 1 ano. Para cada paciente, radiografias digitais foram tiradas antes e depois do tratamento ortodôntico foram usados para determinar a reabsorção radicular e da proporção de reabsorção externa (PRR), definida como a razão entre a reabsorção da raiz no incisivo endodonticamente tratado e o incisivo contralateral se encontra com polpa vital. Os resultados revelaram não haver diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre EARR em dentes vitais ($1,1 \pm 1,0$ mm) e incisivos tratados endodonticamente ($1,1 \pm 0,8$ mm). Vinte e seis indivíduos (68,4%) apresentaram maior reabsorção do incisivo com tratamento endodôntico do dente do que o seu homólogo vital ($p > 0,05$). Concluíram não existir diferença significativa na quantidade ou gravidade da reabsorção radicular externa durante o movimento ortodôntico entre raízes obturadas de incisivos e os dentes contralaterais com polpas vitais.⁶⁴

Van Vlijmen et al. realizaram uma revisão sistemática sobre as aplicações em ortodontia da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e avaliaram o nível de evidência para determinar se o seu uso era justificado. Os Autores concluíram não

existir qualquer evidência de alta qualidade sobre os benefícios do uso de CBCT em ortodontia. Evidência limitada mostra que CBCT oferece maior potencial de diagnóstico, planeamento originando um melhor tratamento do que os métodos de imagem convencionais. Apenas os resultados de estudos sobre diagnóstico das vias aéreas, desde dados científicos sugerindo que o uso CBCT tem um valor acrescentado. A exposição à radiação adicional deve ser ponderada versus os possíveis benefícios da CBCT, que não foram apoiados na literatura. Não foram objeto de estudo pelos investigadores os efeitos da CBCT sobre métodos de tratamento, evolução e resultados quantitativamente.¹¹³

O Anexo III apresenta um resumo dos resultados da revisão bibliografia de 2000 a 2012

7. Discussão

A. Processo de Reabsorção radicular e Células envolvidas no processo

Em 2006 Casa, Faltin M., Faltin K. e Arana-Chavez concluíram que as zonas de reabsorção tal como aumento de células clásticas foram encontradas na superfície de cimento nas áreas de pressão e aumento com a duração da força aplicada. Alguns sinais de reparação de cimento foram também visualizados mesmo com a manutenção do nível da força.

Em 2007 Hohmann et al. concluíram que quando a pressão hidrostática for superior à pressão arterial capilar do ligamento periodontal, aumenta o risco de reabsorção radicular.

B. Dentes mais afetados

Janson et al. em 2000 efetuaram um estudo comparativo de varias técnicas de resolução dos problemas ortodônticos, e observaram no somatório dos dentes analisados que os dentes mais afetados eram os incisivos superiores centrais, seguidos dos laterais superiores, centrais inferiores e, finalmente os incisivos laterais inferiores.

Logo em 2001 Sameshima e Sinclair efetuaram um estudo analisando um grande número de indivíduos (868), contudo este foram reunidos de 6 consultórios diferentes e tratados por médicos diferentes. Concluíram que não se observavam diferenças entre os dentes posteriores superiores e inferiores; os dentes superiores anteriores apresentavam maior reabsorção radicular que os dentes inferiores anteriores.

Já em 2007 Janson et al. observaram uma incidência decrescente de: incisivos centrais superiores; incisivos laterais superiores; incisivos centrais inferiores e finalmente incisivos laterais inferiores.

No ano de 2007 Apajalahti e Peltola observaram que os incisivos superiores apresentavam reabsorção radicular mais frequentemente que os incisivos inferiores. A análise apresentou que a reabsorção radicular severa se manifestava nos incisivos superiores e nos pré-molares.

Em 2009 Paetysngkul et al. apresentaram nos seus resultados um aumento de suscetibilidade à reabsorção radicular induzida ortodonticamente dos pré-molares superiores quando comparados com os pré-molares inferiores.

No ano de 2011 Lund et al. concluíram que os dentes superiores e dentes anteriores foram significativamente associados com o grau de encurtamento da raiz.

Makedonas, Lund, Grondahl e Hansen em 2011 observaram que os dentes mais afetados situavam-se na maxila, especialmente os incisivos.

C. Etiologia de reabsorção radicular externa em dentes permanentes

Na literatura encontramos varias causas podem ser mencionadas para ocorrer reabsorção radicular como fatores locais, sistêmicos e idiopáticos. Os fatores etiológicos mais vezes apresentados como causais deste processo patológico são: predisposição individual, predisposição hereditária, traumatismos, hábitos parafuncionais como o bruxismo e a onicofagia, morfologia radicular e tratamento ortodôntico.

a. Predisposição individual

a.1 Sexo

Jiang, Mcdonald e Fu em 2010, Lund et al. em 2011, Sunku et al. 2011, Bartley et al. 2011 não obtiveram conclusões evidentes da diferente suscetibilidade à reabsorção mediante o sexo, não podendo, então afirmar-se existir uma associação entre o gênero e a reabsorção radicular.

a.2 Idade

Jiang, McDonald e Fu em 2010, concluíram que os adultos parecem ser mais suscetíveis à reabsorção radicular, existe uma associação entre o aumento de idade e o aumento de reabsorção radicular dos incisivos superiores, tanto no início como no fim do tratamento. O envelhecimento origina alterações no ligamento periodontal, que se torna menos elástico e com redução do seu espaço levando a menor fluxo sanguíneo.

Sunku et al. 2011, Bartley et al. 2011 não obtiveram conclusões evidentes da diferente suscetibilidade à reabsorção mediante a idade, não podendo, então afirmar-se existir uma associação entre variação de idade e a reabsorção radicular.

a.3 Trauma dentário pré-tratamento ortodôntico

Smale et al. em 2005 e Makedonas, Lund, Grondahl e Hansen em 2011 não conseguiram encontrar relação entre trauma dentário e reabsorção radicular, sendo que esta condição pré-tratamento ortodôntico deve ser avaliada e registrada, contudo não se trata de um fator de risco que os estudos clínicos tenham demonstrado ter qualquer impacto sobre a quantidade de reabsorção radicular.

Pizzo em 2007 por sua vez no seu trabalho de revisão da literatura apresentam o trauma dentário como fator de risco para a reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico.

a.4 Biotipo facial e maloclusão associada

Na literatura científica não se comprova nenhuma relação direta entre uma maloclusão específica e, o maior ou menor grau de reabsorção radicular. Parece existir uma relação entre a gravidade da maloclusão, cujos tratamentos são mais demorados e a frequência de encurtamento radicular é mais notória.

Sameshima e Sinclair 2001, Brin et al. em 2003 e Sunku em 2011 afirmam mesmo, que nenhuma maloclusão é imune ao processo de reabsorção radicular, independentemente da técnica empregada. Apresentam os indivíduos com overjet aumentado com maior grau de reabsorção radicular, provavelmente devido à grande movimentação dentária necessária para efetuar a correção. É ainda apresentado que existe um aumento de risco de reabsorção radicular em casos que se necessita efetuar um deslocamento horizontal das raízes.

Durante o planeamento do tratamento deve-se ter em atenção a espessura alveolar, devido ao facto de existir uma correlação entre as alturas faciais e alveolar. Os pacientes com altura facial inferior aumentada ou com biprotrusão severa, regularmente apresentam processos alveolares finos. Pelo que se for planeado movimentação de incisivos de encontro à cortical palatina ou à sínfise, estas peças dentárias irão experimentar uma reabsorção radicular porque estas estruturas anatómicas ósseas compactas são resistentes à movimentação dentária.

b. Predisposição genética/hereditária

A reabsorção radicular é um problema comum e ocasionalmente crítico em pacientes ortodônticos. Pela aplicação de forças nas peças dentárias ocorre a compressão do ligamento pediodontal, originando reabsorção localizada do cimento, expondo a dentina à atividade clástica. Os fatores que controlam a ocorrência e a extensão de reabsorção radicular apical externa são pobremente compreendidos, contudo pode existir um fator genético e familiar associado à suscetibilidade de verificação desta patologia.

Diversos autores sugerem que a etiologia da reabsorção radicular parece depender dentre outros fatores de variáveis genéticas, apesar de nenhuma conclusão genética definitiva ter sido encontrada.

Consolaro em 2009 refere que as pesquisas nas quais se procura estabelecer a hereditariedade como fator de suscetibilidade não conseguem comprovação ou

apresentam falhas na metodologia, tornando inconclusivos estes trabalhos. Refere ainda que a predisposição individual está relacionada a fatores locais, como a morfologia radicular e da crista alveolar. Reforça que a reabsorção radicular decorre dos procedimentos mecânicos sobre os tecidos, induzindo stress e inflamação, cujos mediadores ativam os mecanismos genéticos para que ela ocorra, sem poder ser caracterizado como um processo hereditário.

Al-Qawasmi et al em 2003 observaram que pessoas homozigóticas para o alelo 1 do gene IL-1B têm 5,6 vezes mais risco de ocorrer o processo reabsortivo, podendo ocasionar 2 mm de encurtamento radicular acrescido, quando comparados com pessoas não homozigóticas para o mesmo alelo. Segundo o autor, este achado indica que o alelo 1 do gene IL-1B origina a diminuição da produção da citocina IL-1 in vivo, que leva a um aumento significativo do risco de reabsorção radicular externa apical.

Em 2006, Al-Qawasmi efetuou um estudo com modelos animais, tendo controlado as variáveis: gênero, idade, alimentação, habitat, magnitude e duração da força ortodôntica, em que concluiu que a suscetibilidade ou resistência à reabsorção radicular associada com as forças ortodônticas é geneticamente influenciada.

Abass em 2008 estudou também a heterogeneidade genética em ratos e apresentou as mesmas conclusões que Al-Qawasmi em 2006.

Já em 2012 Iglesias-Linares não observaram diferença na variante genética do gene da interleucina-1B após tratamento ortodôntico em dentes obturados endodonticamente e dentes vitais, contudo observaram que quando se expressava IL-1B, os dentes obturados endodonticamente apresentavam duas vezes mais risco de sofrerem reabsorção radicular externa apical pós-tratamento ortodôntico que os dentes vitais.

Também em 2012 Zhao testou o gene da osteoprotegerina (OPG) e observou em ratos que a transferência deste gene aumentou significativamente a reparação dos defeitos de reabsorção radicular. Sugerindo que após novos testes, a transferência gênica local de OPG pode ser considerada como uma ferramenta útil para a reparação das lesões de reabsorção radicular.

c. Fatores sistêmicos

c.1 Doenças endocrinopatológicas

Não existe evidência científica que demonstre que as alterações endocrinológicas como hipotireodismo, hipertireodismo e hiperpituitarismo originem aumento de reabsorção radicular.

Consolaro em 2002 e Rego em 2004 afirmaram que as doenças endócrinopatológicas não ocasionam reabsorções radiculares já que a superfície radicular é revestida por cementoblastos, camada pré-mineralizada e fibras colágenas, que no seu conjunto são capazes de manter a integridade dessa área mineralizada. Para que ocorra o processo clástico, as células devem ter recetores químicos na membrana celular sensíveis às hormonas alteradas nestas endocrinopatias. Contudo, os cementoblastos não possuem nenhum tipo de recetores químicos para os mediadores da reabsorção óssea.

Em 2011 e 2012 Sirisoontorn analisou em ratas a repercussão da ovariectomia e ovariectomia associada a um bisfosfonato (ácido zoledrónico) na movimentação e reabsorção dentária. Concluiu que o movimento dentário era mais rápido nas ratas ovariectomizadas e estas também apresentavam maior grau de reabsorção radicular. Já quando foi associado o bisfosfonato, este inibiu significativamente a movimentação dentária e reduziu a severidade da reabsorção radicular ortodonticamente induzida.

Em 2009, Consolaro e Rego em 2004 efetuaram trabalhos de revisão e concluíram que cada vez menos em casos de reabsorções radiculares múltiplas e/ou severas, se atribui como causa os fatores ou doenças sistémicas, a suscetibilidade individual e a tendência familiar.

c.2 Fatores do sistema imunológico

Em 2006 Nishika et al. concluíram que as alergias, asma podem ser fatores de alto risco para o desenvolvimento de reabsorção radicular excessiva durante a movimentação dentária, contudo este estudo faz uma associação sem evidência científica, sendo

apenas uma associação de sintomas pré-tratamento ortodôntico e os resultados pós-tratamento ortodôntico a nível de reabsorção radicular.

Ramos et al. em 2011 sugerem que variações da resposta imune sistêmica e local aos antígenos dentinários podem ocorrer durante o tratamento ortodôntico.

c.3 Medicamentos que influenciam o processo de reabsorção radicular

Estudos em modelos animais, mais propriamente diversas raças de ratos, demonstraram que a administração de prednisolona e altas doses de celecoxib reduzem a reabsorção radicular e interferem com o movimento dentário diminuindo-o (Gonzales 2009). Em ratos, nos anos de 2009, Curl e Sampson administraram osteoprotegerina, como antagonista dos osteoclastos, e observaram que o processo de reparação foi maior nos ratos tratados, apresentando por vezes uma união anquilótica com o osso.

Villa em 2005 observou que a nabumetona se apresentava útil para redução de pulpíte, reabsorção radicular externa e dor causada pelo movimento ortodôntico intrusivo, sem alterar o movimento do dente em resposta à aplicação de força ortodôntica.

Já em 2010 Choi apresentou as características clínicas resultantes da aplicação de clodronato. Este diminuía a reabsorção radicular, contudo diminui também a movimentação dentária.

Em 2011 Karadeniz observaram que o fluor reduz o volume das crateras de reabsorção radicular, quando se aplicaram forças ortodônticas leves.

d. Fatores locais

Entre os fatores locais que podem provocar esta situação patológica estão a excessiva força durante a movimentação ortodôntica, trauma oclusal, dentes impactados, dentes

supranumerários que causam pressão exagerada nos dentes adjacentes, tumores, cistos, polpas infetadas, inflamação periodontal, reimplantes de dentes avulsionados e branqueamento dentário.

d.1 Morfologia radicular

Previamente à realização de um tratamento ortodôntico é sabido que se deve efetuar o diagnóstico de reabsorções radiculares, tal como se deve avaliar a morfologia das raízes dentárias.

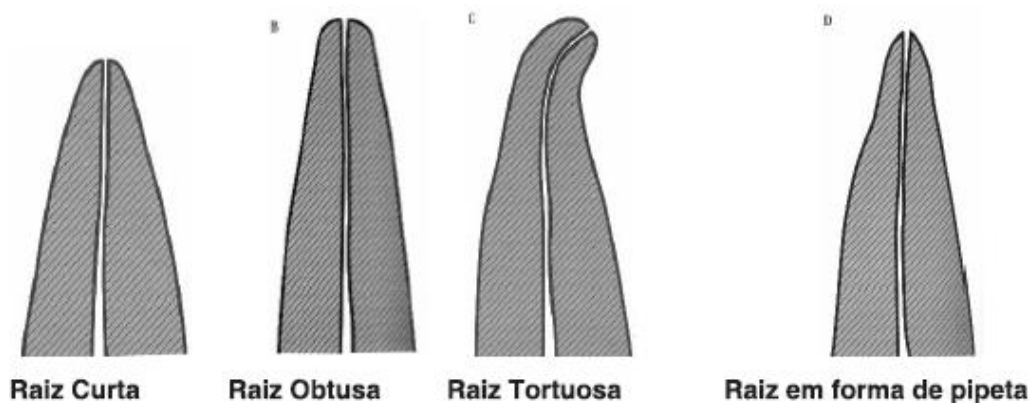


Figura 2 – Classificação das Raízes quanto à forma (Levander, Malmgren, 1988).

Nos dentes de raízes triangulares, tortuosas, dilaceradas, pontiagudas, curtas ou em forma de pipeta a distribuição das forças exercidas se encontra concentrada no ápice radicular, aumentando deste modo a predisposição a lesão da camada de cementoblastos, podendo originar diminuição do comprimento radicular. (Brin 2003, Smale 2005, Sameshima e Sinclair 2001 e 2004)

Em 2003 Kook, Park e Sameshima. efectuaram um estudo em que pretendiam inferir a predisposição à reabsorção radicular, baseada na morfologia radicular, comparando incisivos laterais superiores normais com incisivos laterais conóides ou pequenos. Concluíram que não existe maior suscetibilidade à reabsorção radicular durante a aplicação de força ortodôntica.

Por sua vez, Kamble em 2012 estudou varias morfologias radiculares: normal, curta, grossa, dilacerada e em pipeta, e forças ortodônticas em várias direções: extrusão, intrusão, rotação e intermitente, segundo o longo eixo do dente. Com a aplicação de várias forças, o stress aumentou significativamente no ápice da raiz com morfologia dilacerada e na região do terço cervical do dente com a raiz curta. O aumento de stress foi observado na região do terço médio no dente com a raiz em forma de pipeta durante a aplicação de força de intrusão e extrusão. Concluíram que o padrão de distribuição de tensões indica que os incisivos centrais superiores com a morfologia da raiz dilacerada estão em maior risco de reabsorção radicular.

Dentre as alterações radiculares, deve ser apresentado que a rizogênese incompleta raramente apresenta diminuição do comprimento radicular durante a movimentação ortodôntica, devido ao facto de o aporte sanguíneo ao dente e ligamento periodontal dificilmente se apresentar diminuído, logo não se forma isquemia, necrose nem morte dos cementoblastos, não se formando tecido hialino nem ocorre libertação de mediadores inflamatórios locais com função clástica sobre o osso e a raiz dentária. (Brezniak e Wasserstein 2002, Siqueira 2009)

d.2 Morfologia óssea

A morfologia óssea pode ser classificada em triangular, retangular e romboide. Nas cristas triangulares ocorre uma melhor deflexão óssea durante a aplicação de força, ocorrendo uma dissipação da força mais uniforme, diminuindo o risco de lesões ao periodonto, logo diminuindo a probabilidade de reabsorção radicular. Nas morfologias ósseas retangulares ocorrem o efeito contrario, e nas morfologias romboides a dissipação de forças é intermédia.

Otis, Hong e Tuncay em 2004 observaram que a forma e densidade óssea não se apresentavam como fatores significantes na origem de reabsorção radicular apical.

D. Tratamento ortodôntico

O processo de reabsorção de superfícies radiculares durante o tratamento ortodôntico é uma constante, a sua manifestação vária de estudo para estudo variando de 53,82% a 97,75% dos dentes (10% a 94% dos indivíduos), o que representa um custo biológico frequente dos movimentos dentários. (Janson 2000, Costa e Santos 2002, Sameshima e Sinclair 2001, Brezniak e Wasserstein 2002, Dudic 2008, Wierziki 2009, Lund 2011)

A consequência clínica geralmente não é significativa por atingir valores médios de redução do comprimento radicular na ordem de 0,5 mm a 3 mm, não comprometendo assim a função e a longevidade dos dentes com este processo. Contudo, 10% a 20% dos pacientes são mais suscetíveis, 0,42% dos dentes, apresentando manifestações severas (mais de 3 mm) ou mesmo extremas (quando atingem mais de 1/3 da raiz). (Janson 2000, Brezniak e Wasserstein 2002, Simplicio 2012)

Todos os autores relação a importância de na fase de diagnóstico é importante um exame radiográfico periapical detalhado para se poder avaliara a morfologia radicular, patologias periapicais e presença de tratamento endodônticos.

A reabsorção radicular induzida pela movimentação ortodôntica ocorre nas zonas de pressão, onde temos estreitamento do espaço periodontal e, consequentemente, diminuição do calibre dos vasos e redução do fluxo sanguíneo, promovendo a isquemia e o desenvolvimento de áreas necróticas e formação de tecido de hialinização, com morte focal dos cementoblastos. (Brezniak e Wasserstein 2002)

É sabido que estes tecidos se caracterizam por três fases: 1) Degeneração tecidual e celular; 2) Eliminação dos tecidos destruídos; e 3) Reparação.

Na fase de eliminação dos tecidos destruídos ocorre a reabsorção radicular.

A formação de tecido hialinizado é inerente ao tratamento ortodôntico, apresentando-se como um risco permanente para a integridade dos tecidos radiculares, sendo considerado por muitos autores como um efeito colateral ao tratamento ortodôntico.

Podemos encontrar áreas de reparação com um cimento celular e fibras periodontais e/ou áreas com a continua progressão da reabsorção.

Artur em 2005 concluiu que os indivíduos em tratamento ortodôntico com detetável reabsorção radicular durante os primeiros 6 meses de tratamento ativo estão mais propícios a experimentar reabsorção radicular nos meses seguintes, do que os sem sinais de reabsorção radicular.

É relevante apresentar que Brin e Bollen em 2011 com os seus estudos demonstraram que os tratamentos em duas fases, com extrações seriadas em dentição mista não previnem a reabsorção radicular quando em dentição permanente é necessário mecanoterapia.

D.1 Magnitude da força aplicada

A magnitude da força depende do aparelho portador da força, do movimento a ser executado, da área radicular total envolvida, da quantidade de osso suporte e das características do periodonto de sustentação e proteção.

A força ortodontia ótima é caracterizada pela resposta celular máxima dos tecidos de suporte do dente, o que inclui a aposição e a reabsorção do osso alveolar, mantendo, ao mesmo tempo, a vitalidade destes tecidos.

Deste modo a procura em estabelecer a força ideal para o movimento dentário, com o intuito de diminuir o custo biológico, é imprescindível na ortodontia, visto que a aplicação de forças pesadas resulta na formação de zonas de hialinização maiores, reduzindo, temporariamente, o movimento dentário e produzindo reabsorção óssea à distância, podendo ocasionar a lise dos cementoblastos e em consequência forças pesadas originam mais e maiores lacunas de reabsorção radicular como apresentam os estudos de Harris, Jones e Darrendeliler em 2006, Pizzo, Licata, Guiglia e G Giuliana 2007, Gonzales em 2008, Paetyangkul 2011, Karadeniz 2011. O mesmo é verdade para forças rotacionais (Wu 2012) e e forças extrusivas (Montenegro 2012).

Contudo, o uso de magnitudes de forças ótimas para cada peça dentária não é garantia de evitar, de um modo geral e absoluto, a reabsorção radicular, visto que indivíduos não predispostos suportam forças superiores às ideais, enquanto em outros pode haver reabsorção, mesmo sob ação de forças leves ou de magnitude ótima.

D.2 Natureza da força

As forças podem ser classificadas quanto à sua natureza, como: contínuas, intermitentes e dissipantes.

Estabelecer uma força sempre contínua é de difícil execução, visto que sempre ocorre uma redução da magnitude da força.

As forças intermitentes produzem movimentos de vai-e-vem dificultando o processo de regeneração na zona de pressão, podendo ser deste modo uma fonte de iniciação do processo de reabsorção radicular.

As forças dissipantes são, então as forças mais fisiológicas em que a magnitude da força é reduzida gradualmente, tornando-se inativa, propiciando o tempo necessário à reestruturação do ligamento periodontal.

D.3 Tipos de movimentos

Vários estudos apresentam que o mais importante não é a magnitude da força, sua intensidade ou o tempo de aplicação, mas sim a distribuição da força ao longo da raiz e das estruturas adjacentes.

Brezniak e Wasserstein 2002, King 2011 mostra que quando comparamos a reabsorção radicular nos movimentos de inclinação e de corpo, o primeiro apresenta uma frequência de encurtamento radicular superior ao segundo pois neste último a distribuição não se concentra demasiadamente na região apical. Os terços cervical e apical da raiz apresentam significativamente mais reabsorção radicular após a aplicação

de força de inclinação, tratando-se das áreas de compressão e áreas de tensão (Karadeniz 2011 e Bartley 2011)

Nos movimentos de distalização existe uma relação direta entre a quantidade do movimento horizontal e a extensão de reabsorção, ou seja, quando maior o percurso, maior será a reabsorção. (Sameshima 2001)

Os movimentos de rotação geram reabsorção radicular leve e geralmente reversível, principalmente no terço médio da raiz, porque o ligamento periodontal nesta área é fino quando comparado à zona apical ou mesmo cervical. (Wu 2012)

Um dos movimentos mais vezes apresentado como causador de reabsorção radicular é o movimento de intrusão dentária. Isto deve-se ao alto nível de pressão ápice-periodonto-trabeculado ósseo. Contudo quando realizada com forças controladas e baixas a reabsorção radicular esperada é insignificante. (Brezniak e Wasserstein 2002, Simplicio, Silva, Caldas e Santos-Pinto 2012)

D.4 Tempo de tratamento ortodôntico

Os trabalhos científicos não apresentam nenhuma relação entre reabsorção radicular e o tempo de tratamento. Contudo existe uma relação entre a gravidade da maloclusão e as mecânicas executadas em doentes com indicação ortodôntico-cirúrgicos, em que o profissional e o doente optam por tentar uma camuflagem ortodôntica, originando maior risco de reabsorção radicular. (Brezniak e Wassertein 2002, Lund 2011)

Em seus estudos, Someshima e Sinclair em 2001, em uma amostra de 868 doentes, observaram existir uma relação entre o aumento do tempo de tratamento e a quantidade de reabsorção radicular apical nos incisivos centrais superiores. O mesmo é afirmado por Brin em 2003, Segal 2004, Pizzo 2007, Gonzales 2008, Jiang em 2010, Motokawa 2011, Paetyangul 2011, Sunku 2011.

Estes dados sugerem que o aumento de tempo de tratamento se deve ao maior grau de movimentação dentária necessária à correção da má oclusão.

D.5 Métodos de tratamento ortodôntico

Diversos estudos comparam diferentes métodos de tratamento e o índice de apresentação de reabsorções radiculares encontrados.

Entre estes trabalhos encontra-se o estudo de Linge e Linge em 1983 e Brezniak e Wasserstein em 1993, em que são comparados os tratamentos com recurso a aparelho fixo e aparelho removível e o grau de reabsorção encontrado. Nestes dois trabalhos verificaram que os incisivos superiores apresentam maior reabsorção radicular quando tratados com ortodontia fixa. Os autores referem que tal facto se deve ao tipo de força aplicada. Na medida em que, em aparatologia fixa se exercem forças contínuas e na aparatologia removível o efeito de força é intermitente.

Alexander em 1997, Beck em 1994 e Blake em 1995 efetuaram trabalhos que tinham como objetivo comparar o tipo de técnica ortodôntica fixa utilizada (arco contínuo, arco segmentado, sistema Edgewise e Begg). Nestes estudos não verificaram existir diferença significativa quanto à severidade das reabsorções radiculares encontradas. Em 2000 Mavragani observou significativamente mais reabsorção radicular apical nos incisivos centrais quando tratados com técnica Edgewise convencional do que com técnica Edgewise straight-wire. Também no ano 2000, Janson verificou existir menor manifestação de reabsorção radicular nos doentes tratados com a terapia bioeficiente, quando comparados com a técnica Edgewise standard e a técnica Edgewise simplificada.

Maribella e Artun em 1995 observaram nos seus estudos existir uma relação entre o uso de elásticos intermaxilares e o processo de reabsorção radicular nos dentes de apoio dos elásticos intermaxilares.

Em 2003, Martins et al efetuaram um estudo com uma amostra de 60 doentes divididos em 2 grupos. O primeiro grupo em que se efetuou exodontia dos primeiros pré-molares e o segundo grupo em que não foi efetuado exodontia. O autor observou que os doentes tratados com exodontias apresentavam um maior número de dentes

reabsorvidos e um grau de severidade maior quando comparados com os tratamentos sem exodontias. Os dentes mais afetados por lesões de reabsorção foram os incisivos superiores.

Já em 2011 Brin e Bollen concluíram que as extrações seriadas não previnem a reabsorção radicular externa apical, quando é necessário o tratamento com recurso a ortodontia fixa em uma segunda etapa do tratamento.

Em 2012 Leite demonstrou não existir diferença nos resultados obtidos de reabsorção entre desenhos de braquetes auto-ligados e convencionais.

D.6 Tratamento com exodontias

Neste aspeto todos os autores consultados estão de acordo. Tomam como verdadeiro o facto de as extrações dentárias antes do início do tratamento ortodôntico apresentarem relação com a quantidade de reabsorção radicular observada. Muito porque estão associadas a tratamentos mais demorados e a oclusões mais complexas que necessitam de maiores movimentações dentárias.

E. Avaliação radiográfica

Holberg, Steinhauser, Gais e Rudzki-Janson afirmam que a tomografia computadorizada convencional dentária representa o padrão-ouro para inspecionar as raízes dentárias e seu osso circundante.

Autores como Dudic, Yu, He e Chen afirmam que a avaliação de reabsorção radicular com recurso a ortopantomografias e radiografias periapicais digitais pode subestimar as lesões, sendo o método in vivo mais eficaz a micro-tomografia computadorizada.

Diversos autores como Pizzo afirmam que o importante é efetuar um controlo periódico radiográfico antes e durante o tratamento, para detetar a ocorrência de danos na raiz e rapidamente reavaliar os objetivos de tratamento.

F. Considerações no diagnóstico e plano de tratamento ortodôntico

Os dentes em que se pretende efetuar movimentação ortodôntica devem ser analisados radiologicamente e em caso de necessidade de tratamento endodôntico, este deve preceder a terapia ortodôntica.

Os dentes tratados endodonticamente são passíveis de serem movimentados de igual modo como os dentes vitais, desde que estejam corretamente obturados.

Brezniak e Wasserstein em 2002 e Drysdale 1997 apresentam um aumento da resistência apical aos processos de reabsorção dos dentes com tratamento endodôntico radical, quando comparados com os dentes vitais.

Em dentes que sofreram traumatismo existe a necessidade de aguardar um período de 4 a 6 meses para que ocorra a estabilização dos componentes do ligamento periodontal.^{76,92}

Estes dentes traumatizados mesmo após o tratamento endodôntico radical, apresentam uma predisposição aumentada à reabsorção radicular, devido à possibilidade de lesão da camada cementoblástica e a substituição por osteoclastos. Estes osteoclastos apresentam recetores de superfície para os mediadores locais do turnover ósseo. Deste modo, quando ocorre a movimentação dentária, os mediadores presentes no ligamento periodontal podem excitar os osteoblastos e originar reabsorção radicular com a movimentação ortodôntica. Contudo este facto não contraindica a movimentação destes dentes, apenas tem que se ter em consideração estes factos durante o diagnóstico e elaboração do plano de tratamento, tendo especial atenção ao grau de mobilidade dentária e à extensão e severidade da lesão.

Quando um doente com alterações endocrinológicas pretende efetuar correção ortodôntica, algumas atitudes devem ser tomadas: deve ser efetuado um exame radiológico pré-tratamento de modo a avaliar as condições radiculares de todos os dentes e de seguida solicitar um historial médico completo e os efeitos colaterais dos

medicamentos administrados. Deste modo pretende-se avaliar a suscetibilidade do doente à reabsorção radicular e a interação medicamentosa com o processo de reabsorção.

G. Tratamento

Independentemente do fator causal da reabsorção radicular, o grande desafio é o seu tratamento, pois mesmo um procedimento cirúrgico oferece um prognóstico reservado, além das dificuldades técnicas que oferece.⁵⁰

A extensão e o tempo de permanência da zona de hialinização é fundamental para melhor avaliar o prognóstico da lesão.¹⁶

No caso da reabsorção externa ser pouco profunda e a polpa apresentar-se vital e sem inflamação pode executar-se somente a cirurgia de remoção do tecido de granulação sem realização do tratamento endodôntico radical.

Estudos mais recentes em ratos propõem o uso de LIPUS, que regula a diferenciação dos osteoclastos evocando um efeito reparador sobre as lesões de reabsorção radicular ortodonticamente induzidas. Outros estudos em ratos apresentam a osteoprotegerina como antagonista dos osteoclastos, podendo oferecer controlo molecular sobre o processo de reabsorção radicular.

Já em 2012 Fonseca sugere que a terapia de LED de 940 nm melhora o reparo do tecido periodontal e diminuição da inflamação e reabsorção radicular após a aplicação de força ortodôntica.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

8. Conclusões

1. Através da revisão da literatura, fica claro que a evidência científica demonstra que a reabsorção radicular é multifactorial. Os dentes com raízes em forma de pipeta, dilaceradas e triangulares originam que a distribuição de forças se concentre mais efetivamente no ápice, levando a um linear de isquemia e formação de zona hialina suficientes para que se inicie a reabsorção radicular.
2. Embora a casuística deste fenómeno seja relevante, este não contraindica o tratamento ortodôntico, já que, na maioria dos casos, a perda de tecido radicular é mínima, não comprometendo a longevidade e a capacidade funcional dos dentes envolvidos, demonstrando um custo baixo em relação aos benéficos do tratamento ortodôntico.
3. Todos os movimentos ortodônticos potencialmente originam reabsorção radicular, contudo o movimento de intrusão dentária é o movimento que mais reabsorção radicular provoca.
4. Os estudos apresentam que o processo de reabsorção radicular ortodonticamente induzido é interrompido quando é efetuada a remoção da aplicação de força ativa.
5. Os grupos dentários mais afetados incisivos superiores.
6. Os estudos analisados apresentaram que as forças que mais alterações de diminuição de comprimento da raiz são forças pesadas e contínuas. Sendo as forças mais fisiológicas as forças dissipantes cuja a magnitude das forças é reduzida gradualmente.
7. O tratamento de escolha para a reabsorção externa é o cirúrgico, com ou sem tratamento endodôntico. O prognóstico está na dependência da localização do defeito, viabilizando um tratamento eficiente.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

9. Referências Bibliográficas

1. Abass S, et al. Inheritance of susceptibility to root resorption associated with orthodontic force in mice. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2008;134:742-750
2. Acar A, et al. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. **Angle Orthod.**1999; 69(2):159-164
3. Alexander SA. Levels of root resorption associated with continuous arch and sectional arch mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1996;110(3):321-324
4. Al-Qawasmi R, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**2003;123:242-252
5. Al-Qawasmi R, et al. Root resorption associated with orthodontic force in inbred mice: genetic contributions. **Eur J Orthod.** 2006;28(1):13-19
6. Apajalahti S, Peltola JS. Apical root resorption after orthodontic treatment -a retrospective study. **Eur J Orthod.**2007;29(4):408-412
7. Ari-Demirkaya A, Masry MA, Erverdi N. Apical root resorption of maxillary first molars after intrusion with zygomatic skeletal anchorage. **Angle Orthod.** 2005;75(5):761-7
8. Artun J, et al. Apical root resorption 6 and 12 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. **Angle Orthod.**2005;75(6):919-926
9. Ballard DJ, Jones AS, Petocz F, Darendeliler Ma. Physical properties of root cementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2009;136(1):e1-8
10. Barclay CW. Root resorption: aetiology, classification and clinical management. **Endodontics.** 1993;20(6):248-250
11. Bartley N, et al. Physical properties of root cementum: part 17. root resorption after the application of 25° and 15° of buccal root torque for 4 weeks: a microcomputed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2011;139(4):e353-60

12. Baysal A, et al. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. **Angle Orthod.** 2012;82(3):488-94
13. Beck B W, Harris EF Apical root resorption in orthodontically treated subjects: Analysis of edgewise and light wire mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1994;105(4):350-361
14. Brezniak N.; Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment; part 2. Literature review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1993;103(2):138-146
15. Brezniak N, Wasserstein A. A comparison of three methods to accurately measure root length. **Angle Orthod.** 2004;74(6):786-791
16. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I. The basic science aspects. **Angle Orthod.** 2002;72(2):175-179
17. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II. The clinical aspects. **Angle Orthod.** 2002;72(2):180-184
18. Brin I, et al. External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1 – versus 2 – phase treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2003;124(2):151-156
19. Brin I.; Bollen AM. External apical root resorption in patients treated by serial extractions followed by mechanotherapy. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2011;139(2):e129-e134
20. Casa MA, Faltin RM, Faltin K, Arana-Chavez VE. Root resorption on torqued human premolars shown by tartrate-resistant acid phosphatase histochemistry and transmission electron microscopy. **Angle Orthod.** 2006;76(6):1015-21
21. Chiqueto K, Martins DR, Janson G. Effects of accentuated and reversed curve of Spee on apical root resorption. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2008;133(2):261-8
22. Choi J, Baek SH, Lee JI, Chang YI. Effects of clodronate on early alveolar bone remodeling and root resorption related to orthodontic forces: a histomorphometric analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2010;138(5):548.e1-8
23. Chutimanutskul W, et al. Changes in the physical properties of human premolar cementum after application of 4 weeks of controlled orthodontic forces. **Eur J Orthod.** 2006;28(4):313-318
24. Consolaro A. Radiografias periapicais prévias ao tratamento ortodôntico. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial.** 2007;12(4):14-16

25. Consolaro A. Analgésicos e antiinflamatórios na movimentação dentária induzida: metodologia e interpretação. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**. 2007;12(3):19-23
26. Consolaro A, Consolaro MF. A reabsorção radicular ortodôntica é inflamatória, os fenômenos geneticamente gerenciados, asm não é hereditariamente transmitida. **Dental Press Ortodon Ortop Facial**. 2009;14(4):25-32
27. Copeland S, Green LJ. Root resorption in maxillary central incisors following active orthodontic treatment. **Am J Orthod**. 1986;89(1):51-5
28. Costa LFM, Santos DM. A radiographic evaluation of root resorption and alveolar bone loss before and after orthodontic treatment. **J Bras Orthodon Ortop Facial**. 2002;7(41):407-413
29. Costopoulos G, Nanda R. An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 1996;109(5):543-548
30. Curl L, Sampson W. The presence of TNF-alfa and TNFR1 in aseptic root resorption. A preliminary study. **Aust Orthod J**. 2011;27(2):102-109
31. Dermaut LR, De Munck A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: a radiographic study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 1986;90(4):321-326
32. Dudic A, et al. Diagnostic accuracy of digitized periapical radiographs validated against micro-computed tomography scanning in evaluating orthodontically induced apical root resorption. **Eur J Oral Sci**. 2008;116(5):467-72
33. El-Bialy T, El-Shamy I, Garber Tm. Repair of orthodontically induced root resorption by ultrasound in humans. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2004;126(2):186-93
34. Fonseca PD, et al. Effects of light emitting diode (LED) therapy at 940 nm on inflammatory root resorption in rats. **Lasers Med Sci**. 2012;21:103-112
35. Freitas MR, et al. Evaluation of root resorption after open bite treatment with and without extractions. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2007;132(2):143.e15-22
36. Goldin B. Labial root torque: Effect on the maxilla and incisor root apex. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 1989;95(3):208-219
37. Goldson L, Henrikson CO. Root resorption during Begg treatment: a longitudinal roentgenologic study. **Am J Orthod**. 1975;68(1):55-66

38. Gonzales C, et al. Force magnitude and duration effects on amount of tooth movement and root resorption in the rat molar. **Angle Orthod.** 2008;78(3):502-9
39. Gonzales C, et al. Effects of steroidal and nonsteroidal drugs on tooth movement and root resorption in the rat molar. **Angle Orthod.** 2009;74(4):715-26
40. Han G. Root resorption after orthodontic intrusion and extrusion: an intraindividual study. **Angle Orthod.** 2005;75(6):741-747
41. Harris DA, Jones AS, Darendeliler Ma. Physicla properties of root cementum: part 8. Volimetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2006;130(5):639-47
42. Harris EF, Kineret SE, Tolley E. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1997;111(3):301-309
43. Harris EF, Robinson QC, Woods MA. An analysis of causes of apical root resorption in patients not treated orthodontically. **Quintessence Int.** 1993;24(6):417-28
44. Hemley S. The incidence of root resorption of vital permanent teeth. **J Dent Res.** 1941;20:133-141
45. Henry JL, Weibmann JP. The pattern of resorption and repair of human cementum. **J Am Dent Assoc.** 1951;42:270-290
46. Hohmann A. et al. Periodontal ligament hydrostatic pressure with areas of root resorption after application of a continuous torque moment. **Angle Orthod.** 2007;77(4):653-659
47. Holberg C, Steinhäuser S, Geis P, Rudzi-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. **J Orofac Orthop.** 2005;66(6):434-44
48. Huang Y. et al. Root shortening in patients treated with two-step and en masse space closure procedures with sliding mechanics. **Angle Orthod.** 2010;80(3):492-497
49. Iglesias-Linares A, et al. Interleukin 1 gen cluster SNPs (rs1800587, rs1143634) influences post-orthodontic root resorption in endodontic and their contralateral vital control teeth differently. **Ent Endod J.** 2012;9:136-146
50. Itikawa GN, et al, The cervical external root resorption. **RGO.** 2004;52(4):271-274

51. Janson GR, et al. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2000;118(3):262-273
52. Janson G, et al. Apical root resorption comparison between Frankel and eruption guidance appliances. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2007;131(6):729-35
53. Jiang R, McDonald JP, Fu M. Root resorption before and after orthodontic treatment: a clinical study of contributory factors. **Eur J Orthod.** 2010;32:693-697
54. Kamble RH, Lohkare S, Hararey PV, Mundada RD. Stress distribution pattern in a root of maxillary central incisor having various root morphologies. **Angle Orthod.** 2012;6:58-63
55. Karadeniz EI, et al. Physical properties of root cementum: part 20. Effect of fluoride on orthodontically induced root resorption with light and heavy orthodontic forces for 4 weeks: a microcomputed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2011;140(5):e199-210
56. Ketcham AH. A preliminary report of investigation of apical root resorption of permanent teeth. **Int J Orthod and Oral Surg.** 1927;13(2):97-127
57. King AD, et al. Physical properties of root cementum: part 21. Extent of root resorption after the application of 25º and 15º tips for 4 weeks: a microcomputed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2011;140(6):e299-305
58. Kjaer I. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. **Eur J Orthod.** 1995;17(1):25-34
59. Kook YA, Park S, Sameshima GT. Peg-shaped and small lateral incisors not a higher risk for root resorption. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2003;123(3):253-258
60. Lee A. et al. Root resorption: the possible role of extracellular matrix proteins. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2004;126(2):173-177
61. Leite V, et al. Comparison of root resorption between self-ligating and conventional preadjusted brackets using cone-beam computed tomography. **Angle Orthod.** 2012; 12
62. Levander E, Malgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. **Eur J Orthod.** 1988;10(1):30-38

63. Levander E, Malgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. **Eur J Orthod**. 1994;16:223-228
64. Llamas-Carreras JM. External apical root resorption in maxillary root-filled incisors after orthodontic treatment: A split-mouth design study. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**. 2012;17(3):e523-7
65. Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. **Eur J Orthod**. 1983;5:173-183
66. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 1991;99(1):35-43,.
67. Liu Z, Xu J, Wang D. Ultrasound enhances the healing of orthodontically induced root resorption in rats. **Angle Orthod**, 2011. (Published online July 25, 2011)
68. Lund H. Cone beam computed tomography in evaluations of some side effects of orthodontic treatment. **Swed Dent J Suppl**. 2011;219:4-78
69. Makedonas D, et al. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months of orthodontic treatment with fixed appliance and the relation to risk factors. **Angle Orthod**, 2011 (Published online August 9, 2011)
70. Malmgren O, et al. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 1982;82(6):487-491
71. Martins DR, Cansanção JM, Sanchez JF. Avaliação radiográfica da reabsorção radicular consecutiva ao tratamento ortodôntico (cinco anos após a remoção dos aparelhos). **Ortodontia**. 1994;27(3):4-8
72. Massler M, Malone AJ. Root resorption in human permanent teeth. **Am J Orthod**. 1954;40(8):619-633
73. Mavragani M, et al. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard edgewise and a straight-wire edgewise technique. **Eur J Orthod**. 2000;22(6):665-74
74. McFadden WM, et al. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 1989;96(5):390-396

75. McNab S, et al. External apical root resorption following orthodontic treatment. **Angle Orthod.** 2000;70(3):227-232
76. Mirabella A D, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1995;108(1):48-55.
77. Montenegro VC, et al. Physical properties of root cementum: part 22. Root resorption after the application of light and heavy extrusive orthodontic forces: a microcomputed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2012;141(1):e1-9.
78. Motokawa M, et al. Association between root resorption incident to orthodontic treatment and treatment factors. **Eur J Orthod.** 2012;34(3):350-6. Epub 2011
79. Moyers RE. **Ortodontia**, 4a ed. Guanabara Koogan, 1991:483
80. Newman W. Possible etiologic factors in external root resorption. **Am J Orthod.** 1975;67(5):522-539
81. Nishioka M. et al. Root resorption and immune system factors in the Japanese. **Angle Orthod.** 2006;76(1):103-108
82. Otis LL, Hong JSH, Tuncay OC. Bone structure effect on root resorption. **Orthod Craniofac Res.** 2004;7:165-177
83. Ottolenghi R. The physiological and pathological resorption of tooth roots. **Dental Items of Interest.** 1914;36:332-355
84. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. **Angle Orthod.** 1995;65(6):395-402
85. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Repair of orthodontically induced root resorption in adolescents. **Angle Orthod.** 1995;65(6):403-410
86. Paetyangkul A, et al. Physical properties of root cementum: part 14. The amount of root resorption after force application for 12 weeks on maxillary and mandibular premolars: a microcomputed-tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2009;136(4):492-9
87. Paetyangkul A, et al. Physical properties of root cementum: part 16. Comparison of root resorption and resorption craters after the application of light and heavy continuous and

- controlled orthodontic forces for 4, 8 and 12 weeks. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2011;139(3):e279-84
88. Parker RJ. et al. Directions of orthodontic tooth movement associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1998;114(6):677-683
89. Phillips JR. Apical root resorption under orthodontic therapy. **Angle Orthod.** 1955;25(1):1-22
90. Pizzo G, Licata ME, Guiglia R, Giuliana G. Root resorption and orthodontic treatment. Review of the literature. **Minerva Stomatol.** 2007;56(1):31-44
91. Ramos SP, et al. Anti-dentine antibodies with root resorption during orthodontic treatment. **Eur J Orthod.** 2011;33(5):584-91
92. Rego MVNN, et al. Radicular resorption and orthodontic treatment: myths and scientific evidences. **J Bras Ortodon Ortop Facial.** 2004;9(51):292-309
93. Reitan K. Initial tissue behavior during apical root resorption. **Angle Orthod.** 1974;44(1):68-82
94. Remington DN, et al. Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1989;96(1):43-46
95. Rygh P. Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. **Angle Orthod.** 1977;47(1):1-16
96. Rudolph CE. An Evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. **J Den Res.** 1940;19:367-371
97. Rupp R. Root resorption related to orthodontics and other factors: a review of the literature. **J Gen Orthod.** 1995;6(3):25-29
98. Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical versus panoramic films. **Angle Orthod.** 2001;71(3):185-189
99. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: part I. Diagnostic factors. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2001;119(5):505-510
100. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: part II. Treatment factors. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2001;119(5):511-515

101. Sameshima GT, Sinclair PM. Characteristics of patients with severe root resorption. **Orthod Craniofac Res.** 2004;7:108-114
102. Santos ECA, et al, Análise radiográfica computadorizada da reabsorção radicular apical após a utilização de duas mecânicas ortodônticas. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial.** 2007;12(1):48-55
103. Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. **Orthod Craniofac Res.** 2004;7:71-78
104. Sharpe W. et al. Orthodontic relapse, apical root resorption, and crestal alveolar bone levels. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1987;91(3):252-258
105. Silva Filho OG, et al. Estimativa da reabsorção radicular em 50 casos ortodônticos bem finalizados. **Ortodontia.** 1993;26(1):24-37
106. Simplicio H, da Silva JS, Caldas Sg, dos Santos-Pinto A, External apical root resorption in retracted incisors. **Orthodontics (Chic).** 2012;13(1):86-93
107. Siqueira VCV, et al. Estudo da reabsorção radicular apical após o uso de aparelho extrabucal no tratamento da má oclusão do tipo Classe II, 1ª divisão dentária. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial.** 2009;14(2):54-62
108. Sirisoontorn I, et al. Toth movement and root resorption: the effect of ovariectomy on orthodontic force application in rats. **Angle Orthod.** 2011;81(4):570-7
109. Sirisoontorn I, et al. Orthodontic tooth movement and root resorption in ovariectomized rats treated by systemic administration of zoledronic acid. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2012;141(5):563-73
110. Smale I. et al. Apical root resorption 6 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2005;128(1):57-67
111. Sunku R, et al. Quantitative digital subtraction radiography in the assessment of external apical root resorption induced by orthodontic therapy: a retrospective study. **J Contemp Dent Pract.** 2011;12(6):422-8
112. van Loenen M, Demaut LR, Degrieck J, de Pauw GA. Apical root resorption of upper incisors during the torquing stage of tip-edge technique. **Eur J Orthod.** 2007;29(6):583-8

113. van Vlijmen OJ, et al. Evidence supporting the use of cone-beam computed tomography in orthodontics. **J Endod.** 2012;143(3):241-52
114. Villa PA, et al. Pulp-dentine complex changes and root resorption during intrusive orthodontic tooth movement in patients prescribed nabumetone. **J Endod.** 2005;31(1):61-6
115. Vlaskalic V, Boyd RL, Baumrind S. Etiology and sequelae of root resorption. **Semin Orthod.** 1998;4(2):124-131
116. Wan Hassan WN, Stephenso PA, Waddington RJ, Sloan AJ. An ex vivo culture model for orthodontically induced root resorption. **J Dent** 2012;40(5):406-15
117. Weiland F. Constant versus dissipating forces in orthodontics: the effect on initial tooth movement and root resorption. **Eur J Orthod.** 2003;25(4):335-42
118. Weltman B, et al. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2010;137(4):462-76
119. Wierzicki T, et al. Analysis of Orthodontically induced root resorption using micro-computed tomography. **Angle Orthod.** 2009;79:91-96
120. Wu AT, et al. Physical properties of root cementum: part 18. The extent of root resorption after the application of light and heavy controlled rotation orthodontic forces for 4 weeks: a micro-computed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2011;139(5):e495-503
121. Yu Lixia, He Shushu, Chen Song. Diagnostic accuracy of orthopantomogram and periapical film in evaluating root resorption associated with orthodontic force. **West China J of Stomatology.** 2012;30(2)
122. Zahrowski I, Jeske A. Apical root resorption is associated with comprehensive orthodontic treatment but not clearly dependent on prior tooth characteristics or orthodontic techniques. **J Am Dent Assoc.** 2011;142(1):66-8.
123. Zhao N, et al. Effects of local osteoprotegerin gene transfection on orthodontic root resorption during retention: an in vivo micro-CT analysis. **Orthod Craniofac Res.** 2012;15(1):10-20

ANEXOS

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

ANEXO I - Índice de abreviaturas

Ap. F. – Aparelho Fixo

Ap. Rem. – Aparelho Removível

c/ - com

CBCT – Tomografia computadorizada conebeam

CT dent – Tomografia computadorizada convencional dentária

g – Gramas

G1 – Grupo 1

G2 – Grupo 2

GC – Grupo Controlo

GE – Grupo Experimental

LIPUS – Ultrassons pulsátil de baixa intensidade

m. – Meses

Masc. - masculinos

MEV – Microscopia Eletrónica de Varrimento

MET – Microscopia eletrónica de Transmissão

NiTi – Niquél-titanio

Micro-CT – Microtomografia computadorizada

OPG – Osteoprotegerina

RR – Reabsorção Radicular

Rx – Radiografias

s. – Semanas

T – Tratamento

Técn. – Técnica

TER – Tratamento Endodôntico Radical

TO – Tratamento Ortodôntico

vest. – Vestibular

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.



Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

ANEXO II – Tabela resumo do Capítulo 3 – Antecedentes históricos do tema 1940-1999

Ano	Autor	Amostra	Tipo de Estudo	Conclusões
1940	Rudolph	513 pacientes Idades 7-21 anos	Estudo baseado com comparação de radiografias	Maior incidência de RR com o aumento da idade de início de tratamento Incidência de RR aumenta com o aumento do tempo de tratamento
1941	Hemley	195 pacientes	Estudo baseado com comparação de radiografias	21,5% dos indivíduos apresentavam RR pós-tratamento ortodôntico Inc cent inf > RR que os Inc cent sup; Inc lat sup > RR que os Inc lat inf; Can sup > RR que os Can inf; 1ºs PM sup > RR que os 2ºs PM sup; PM inf não apresentaram RR
1951	Henry e Weinmann	261 dentes de 15 cadáveres Idades 16-58 anos	Estudo histológico	90,5% dos dentes apresentavam evidência histológica de RR 76,8% apresentavam RR no 1/3 apical da raiz Com o aumento da idade, observaram maior quantidade de superfície radicular reabsorvida
1954	Massler e Malone	789 indivíduos G1: 708 sem TO G2: 81 TO com técnica Edgewise	Estudo baseado com comparação de radiografias periapicais	G1: todos os indivíduos apresentaram algum grau de RR, 1,6% não apresentavam RR apical Incidência > Inc Inf > Inc Lat Sup > PM > Inc Cent Sup > Can sup G2: 93,3% dos dentes apresentavam RR apical Incidência > Inc sup > Inc inf > 1ºs M sup > PM sup > Can sup
1955	Philips	Rx periapicais de 69 pacientes e telerradiografias de 62 pacientes	Estudo baseado com comparação de radiografias	RR em: 84,1 % dos Inc Cen Sup; 83,2% dos Inc Lat sup; 71,7% no Inc Cent Inf; 65,9% no Inc Lat inf; 27,6% no C sup e 18% no C inf. Conclui que a incidência de perda de raiz apical pode ser atribuída a forças ortodônticas, insuficiente clinicamente e sem compromisso da longevidade e função dentária
1974	Reintan	72 PM de 32 dentes Idades 9-16 anos	Estudo histológico	Foram aplicadas forças de extrusão de 25-40g a 16 dentes; força de extrusão inferior a 120g em 14 dentes; força intrusiva de 25-90g a 18 dentes e força de 30-240g para inclinação de 24 dentes Concluiu que os movimentos de extrusão, intrusão e inclinação promovem RR.
1975	Goldson e Henrikson	42 pacientes tratados com técnica de Begg com exodontias de 1ºPM em média durante 19,8 meses	Estudo baseado com comparação de radiografias periapicais	4% dos dentes apresentavam pequenas RR antes do tratamento; 25% dos dentes apresentavam contorno irregular no ápice e 31% RR < 2mm após o fecho dos espaços de extração No fim do tratamento ativo 48% dos dentes apresentavam reabsorção menor que 2 mm e 3% com reabsorção de 2 mm (1/3 da raiz). Observaram que os Inc Cent sup que sofreram torque lingual da raiz apresentam > RR Após 6 meses de remoção de aparelho fixo: 95% dos Inc Cent inf apresentavam RR, 90% dos Inc Cent sup, 87% dos Inc Lat sup, 79% C inf, 72% C sup e 53% PM
1975	Newman	47 indivíduos c/ > de 3 dentes c/ RR em + de 2 quadrantes idade ≈ 14,5 anos	Estudo baseado com comparação de radiografias periapicais	Incidência de RR: 83% Inc Cent sup; 81,7% 2ºPM sup; 72,1% Inc Lat sup; 72% 1ºPM sup; 64,1% 2ºPM inf, 48,9% Inc Cent inf Da amostra de 47 indivíduos, apenas 27 realizaram TO: neste verificou-se que 49,8% dos dentes apresentaram mais RR
1982	Malmgren	27 pacientes (55 Inc traumatizados pré TO)	Estudo baseado com comparação de radiografias periapicais	Os dentes traumatizados não têm > tendência de RR durante o TO Os dentes traumatizados que apresentam RR antes do tratamento ortodôntico apresentam aumento da RR durante o TO do que os que não apresentam RR

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

1983	Linge e Linge	719 pacientes idade ≈ 12,8 anos tempo TO ≈ 3,6 anos	Estudo baseado com comparação de radiografias periapicais	Observaram que não há relação entre a quantidade de movimento horizontal ou vertical e a RR Não haver relação com o gênero e tempo de tratamento e a RR A presença de C sup inclusos, o uso de elásticos intermaxilares e arcos de fio retangular, dentes traumatizados antes do TO são fatores de risco para RR O GC não apresenta RR, já no grupo experimental a RR foi de 3,6mm
1986	Dermaut e Munk	20 pacientes com idade ≈ 15 anos TO com técnica Arco segmentado de Burstone ≈ 29 S.	Estudo baseado com comparação de radiografias periapicais	
1986	Copeland e Green	45 pacientes tempo TO ativo ≈ 2,8 anos técnica Edgewise T contenção ≈ 2,3ano	Estudo baseado com comparação de telerradiografias laterais	Obtiveram RR média de 2,93mm após a fase ativa de TO Após a fase de contenção a RR média foi de 0,1mm Concluíram que a RR foi interrompida após o TO ativo ter sido finalizado
1987	Sharpe et al.	18 pacientes com Apinhamento Antero-inf > 2mm tempo TO ≈ 43,3 m.	Estudo baseado com comparação de radiografias periapicais	A RR nos Inc sup estava relacionada com a quantidade de movimento de retração A recidiva do tratamento ortodôntico pode estar relacionada com a diminuição do nível da crista óssea alveolar e com a reabsorção radicular apical
1988	Levander e Malmgren	98 pacientes TO com técnica de Edgewise tempo TO ≈ 19 m. técnica de Begg tempo TO ≈ 20 m.	Estudo baseado com comparação de radiografias periapicais dos Inc Cent e Lat sup	Raízes em forma de pipeta e abauladas são fatores de risco para a RR Nas raízes curvas observaram que a RR ocorre na zona curva da raiz Não verificaram haver correlação entre idade, tempo de tratamento ortodôntico, tempo de uso de elásticos intermaxilares de classe II, torque e fios retangulares e a reabsorção radicular apical Não houve diferença significativa no grau de reabsorção ente indivíduos tratados com a técnica de Edgewise e Begg
1989	Goldin	17 pacientes com idades 8-15,7 anos tempo TO ≈ 2,52 anos técnica Edgewise	Estudo baseado c/ comparação de telerradiografias laterais	Não foi observada diferenças em gênero e idade em relação ao grau de reabsorção radicular Concluiu que o torque vestibular é um movimento que provoca reabsorção radicular
1989	Remington	100 pacientes de idade ≈ 13,6 anos tempo TO ≈ 2,2anos	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	RR não progride após remoção do aparelho fixo. Após remoção de aparelho fixo, o contorno apical apresentava-se irregular, tornando-se regular e arredondado após o período pós-contenção. Os Inc Sup apresentam > frequência e grau de RR.
1989	McFadden et al.	38 pacientes de idade ≈ 13,1 anos tempo TO ≈ 28,8m. técnica bioprogressiva c/ arco de intrusão nos Incs Sups e Infs	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e de telerradiografia	Incs Sups apresentaram intrusão ≈ de 0,70mm com RR ≈ de 1,84mm Incs Infs apresentaram intrusão ≈ de 0,85mm e um grau de RR ≈ de 0,61mm A quantidade de intrusão dos Incs e a alteração do ângulo dos Incs sups e infs não estão relacionados com a RR. O tempo de TO e a predisposição individual são fatores relacionados com a RR.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

1991	Linge e Linge	484 pacientes de idade 11,5-25 anos tempo TO ≈ 3,3 anos	Estudo baseado na comparação de Rx periapicais	Concluíram que o overjet aumentado, o traumatismo dos lncs Sup anterior ao TO, Can inclusos tracionados, tempo de TO com fios retangulares e tempo de TO com elásticos intermaxilares são fatores de risco para a RR.
1993	Barclay		Revisão da literatura	RR resulta de estimulação mecânica, pressão radicular excessiva, infecção ou doença sistêmica. RR externa superficial sem grande processo inflamatório ocorre 90% dos dentes humanos sendo geralmente encontrada na região apical. O processo de reparação da estrutura perdida deveria ser estimulado pela remoção dos fatores etiológicos, remoção ou diminuição da força ortodôntica excessiva.
1993	Brezniak e Wasserstein		Revisão da literatura	Dever do ortodontista em informar o paciente das possíveis consequências do TO, como diminuição do comprimento da raiz dos dentes. Apresentaram normas como: efetuar radiografias periapicais dos lncs Cent sups anualmente; a força ortodôntica aplicada deve ser suave e intermitente; o plano de tratamento deve ser reavaliados quando é detectada RR em alguma raiz dentária
1993	Silva Filho, et al.	50 pacientes com idade ≈ 14,1 anos tempo TO ≈ 2,1 anos Técnica Edgewise	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	100% dos dentes apresentavam sinais de RR Os dentes com maior manifestação de RR nos lncs Sups
1993	Harris, Robinson e Woods	306 indivíduos com idade ≈ 40 anos	Estudo baseado na comparação de Rx periapicais	7-10% dos indivíduos apresentaram RR O grupo dentário mais afetado foi os lncs Cent Sups
1994	Beck e Harris	83 pacientes com idade 11-26 anos c/ má oclusão de Classe I tratados c/ exodontias 1º PM sups e inf c/ Técnica Begg e Técnica Tweed	Estudo baseado na comparação de telerradiografias laterais	62% dos lncs Cent sups apresentaram RR Não foi observada diferença no grau de RR nas diferentes técnicas. Não foram identificados como fatores de risco: a idade, gênero ou duração do TO. Fatores de Risco: quantidade de movimento dentário provocado no TO O movimento de intrusão aumento o risco de RR apical.
1994	Levander, Malmgren e Eliasson	40 pacientes c/ RR nos lncs sups após 6 m. dos início TO Técnica Edgewise. G1: prosseguir o TO G2: TO interrompido 2-3m., sendo depois reiniciados	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	A quantidade de RR foi menos no G2 do que no G1. Não foram identificados como fatores de risco: trauma dentário, tipo de má oclusão, tempo de TO e TO com ou sem exodontias, uso de arcos retangulares e elásticos intermaxilares.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

1994	Matins, Consanção e Sanchez	39 pacientes tratados técnica Edgewise	Estudo baseado na comparação de Rx periapicais	RR cessa após a remoção dos aparelhos, contudo os autores admitem ocorrer remodelação apical.
1995	Mirabella e Artun	343 pacientes com idade ≈ 34,5 anos tempo TO ≈ 2 anos 1º: comparação pré e pós TO 2º: comparação de 39 dentes com TER os contralaterais	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e de telerradiografia	Concluíram existir associação entre a RR e o movimento radicular horizontal, raízes longas e/ou estreitas, ápices afilados ou dilacerados e o uso de elásticos intermaxilares. Não encontraram relação entre a RR e o tempo de TO e o uso de arcos retangulares. No 2º estudos concluíram que dentes com tratamento endodôntico são menos susceptíveis a RR apical.
1995	Rupp		Revisão da literatura	Realça a importância de efetuar radiografias periapicais periódicas durante o TO. Assim que detetada uma lesão de RR a terapêutica deve ser reavaliada e a mecânica simplificada evitando forças pesadas e movimentos grandes de deslocamento dentário
1995	Owmann-Moll Kuroi e Lundgren	32 pacientes com idade ≈ 13,7 anos 64 PM que foram movimentados para vestibular com Ap. F. (6 S.); Contenção com arco ortodôntico passivo (1-8 S.)	Estudo Histológico	Todos os PM apresentaram RR Após 1 semana de contenção 28% das RR apresentaram algum grau de reparação As 8 semanas de contenção 75% das RR apresentaram este processo de reparação tecidual Ocorre uma grande alteração individual deste processo de reparação de RR
1996	Owmann-Moll Kuroi e Lundgren	32 pacientes com idade ≈ 13,1 anos 16PM foi aplicada 50g de força contínua controlada e em 16PM foi aplicados 100g	Estudo Histológico	Existiu uma grande variação individual no grau de RR e na quantidade de movimento dentário apresentado
1996	Costopoulos e Nanda	17 pacientes tratados com movimento de intrusão nos Inc Suprs Overbite de 2-4mm idade ≈ 16,4 anos	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e de telerradiografia	No Grupo experimental foi observada uma intrusão média de 1,9mm e RR média de 0,6mm. No GC foi observada RR apical média de 0,2mm Os movimentos de intrusão com forças leves podem ser usados sem causar uma alteração no grau e extensão excessiva da RR apical
1996	Alexander	56 pacientes tratados com 2 técnicas (arco contínuo ou mecânica segmentada)	Estudo baseado na comparação Rx ortopantomográfico	Ambos os grupos de tratamento apresentaram os mesmos níveis de RR indicando que o efeito colateral de tratamento pode ser devido à variação individual.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

1997	Harris, Kineret e Tolley	103 pares de irmãos foram tratados com Técnica Edgewise tempo TO \approx 2,4 anos	Estudo baseado na comparação Rx ortopantomografias e telerradiografias	Observaram que ocorreu um fator genético em susceptibilidade à RR apical externa e não foi observada diferença na susceptibilidade à RR em relação ao gênero e idade
1998	Parker, et al.	110 pacientes com idade \approx 13,4 anos tempo TO \approx 2,7 anos 41 tratados com técnica Tweed; 29 técnica Beeg e 40 técnica Arco reto	Estudo baseado na comparação de telerradiografias	Não houve diferença estatística na quantidade de RR apical entre gêneros e técnicas ortodônticas usadas. Observaram mais RR nos movimentos de intrusão e torque lingual das raízes dos Incis Superiores. Não foi observada relação entre a morfologia facial e o grau de RR, também não foi obtida uma relação estatisticamente significativa entre a retração dos dentes anteriores, extrusão ou inclinação lingual da coroa dentária com a RR externa.
1999	Acar, et al.	8 pacientes com idades 15-23 anos	Estudo Histológico	Na aplicação de força contínua 40% das raízes apresentaram arredondamento apical, 60% apresentaram RR apical moderada Na aplicação de força intermitente 20% das raízes não apresentaram alterações apicais, 40% arredondamento apical e 40% apresentaram RR moderada

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

ANEXO III – Tabela resumo do Capítulo 6 – Resultados – Revisão da literatura 2000-2012

Ano	Autor	Amostra	Estudo baseado na comparação Rx ortopantomográfico	Conclusões
2000	McNab, et al.	97 pacientes com idade ≈ 13,9 anos 60% foram feitas exodontias; 74% tratados c/ técnica Edgewise e 26% c/ técnica Begg	Estudo baseado na comparação Rx ortopantomográfico	Os dentes posteriores apresentaram maior RR quando tratados com técnica Begg. Maior RR nos indivíduos tratados com exodontias.
2000	Janson, et al.	30 pacientes tratados c/ técn. Edgewise (G1); 30 c/ técn. Edgewise simplificada (G2); 30 c/ terapia bioeficiente (G3)	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	G3: apresentou menos RR do que os outros grupos. Considerando toda a amostra: não houve RR em 2,25% dos dentes analisados; houve ligeira RR em 42,56%, RR moderada em 53,37%, RR acentuada em 1,4% e RR extrema em apenas 0,42% dos dentes. Incidência > Inc Cent Sup > Inc Lat Sup > Inc Cent Inf > Inc Lat Inf
2000	Mavragani, et al.	80 pacientes tratados com exodontias de pelo menos 2 PM sup (40 técnica Edgewise e 40 técnica Edgewise straight-wire)	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	Houve mais RR apical de ambos os Inc Cent na técnica Edgewise do que no grupo tratado com a técnica Edgewise straight-wire. Nenhuma diferença significativa foi encontrada para os Inc Lats.
2001	Sameshima e Asgarifar	42 pacientes tratados com Ap. F.	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e Rx ortopantomográfico	A RR apresentava-se em maior média nas ortopantomografias que na radiografias periapicais. Verificaram-se maiores diferenças nos Inc Infs e menores diferenças nos Inc Sups. Em casos onde os ápices se apresentam com dilatações ou formas anormais foram claramente visíveis nas radiografias periapicais, apresentando-se muitas vezes com aparência normal na ortopantomografia. As ortopantomografias sobrestimam a RR aproximadamente 20% mais.
2001	Sameshima e Sinclair	868 pacientes tratados com técnica Edgewise	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e Rx ortopantomográfico	Não se observam diferenças entre os dentes posteriores sup e inf; os dentes sup anteriores apresentavam maior RR que os dentes infs anteriores. Raízes com dilatações, pontiagudas ou em forma de pipeta apresentaram mais RR. Overjet aumentado relaciona-se com maior RR. Incidência > Inc Lat Sup > Inc Cent Sup > Can Sup
2001	Sameshima e Sinclair	868 pacientes tratados com técnica Edgewise	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e telerradiografias	A duração do tratamento e o deslocamento horizontal dos ápices do Inc sup apresentam relação com RR; também verificaram que tratamentos com exodontias de 4 PM apresentam maior RR relativamente ao tratamento sem exodontias.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

2002	Brezniak e Wassertein		Revisão da literatura	<p>O movimento ortodôntico utiliza o processo inflamatório para resolver problemas estéticos e funcionais.</p> <p>A RR ocorre quando existe tecido hialino e diminui quando a força ortodôntica diminui, sendo que o processo de reparação inicia-se aproximadamente 2 semanas após a remoção da força.</p>
2002	Brezniak e Wassertein		Revisão da literatura	<p>O uso de elásticos intermaxilares e movimentos de vai-e-vem aumentam o risco de RR.</p> <p>Apresentam ser importante informar os doentes e controlar periodicamente o processo de RR.</p>
2002	Costa e Santos	30 pacientes com idades 15-30 anos tratados com técnica Edgewise com Tempo de TO 1-4 anos	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	<p>53,82% das raízes analisadas apresentaram RR; 46,3% das cristas ósseas analisadas apresentaram redução do nível ósseo alveolar.</p> <p>Média de RR pós TO foi de 1,40mm e de perda óssea alveolar de 1,05mm</p>
2003	Al-Qawasmí	118 indivíduos de 35 famílias americanas	Estudo Bioquímico e de observação de radiografias	<p>Associação entre o polimorfismo IL-1B e a manifestação clínica de RR.</p> <p>O polimorfismo de IL-1B conta para 15% da variação total da RR no Inc Cent Sup.</p> <p>Pessoas homozigóticas para o alelo IL-1B têm 5,6 vezes mais risco de RR > 2mm em comparação com os que não são homozigóticos para o alelo IL-1B.</p>
2003	Brin, et al.	138 pacientes com overjet > 7mm	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	<p>Os pacientes tratados em 2 fases apresentaram menos quantidade de RR apical.</p> <p>Os dentes com raízes delaceradas ou com curvas ou em formato de pipeta apresentaram maior prevalência de RR.</p> <p>Quanto maior overjet e o tempo de tratamento, maior a prevalência de RR apical.</p>
2003	Kook, Park e Sameshima	114 pacientes com 1 Inc Lat Sup conoide ou pequeno e o Inc contra-lateral com forma normal	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	<p>Não ocorreu diferença no grau de RR entre Inc Lat conoide e Inc Lat com forma normal, tal também se verificou quando analisou os dentes com raízes largas ou estreitas.</p> <p>Nos pacientes com tratamento com exodontias houve aumento de RR de Inc Lat sup.</p>
2003	Weiland	27 pacientes (84 PM) idade ≈ 12,5 anos GC: 6 PMs	Estudo Histológico	<p>Ocorreu maior movimentação nos dentes ativados com fio superelásticos que com os dentes ativados com aço.</p> <p>verificaram maior quantidade de RR nos dentes ativados com fio superelástico.</p>
2004	Segal, Schiffman e Tuncay	9 Artigos	Revisão da literatura	<p>A RR apical apresenta correlação com a intrusão dos Inc sup e com a duração do TO.</p>

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

2004	Sameshima e Sinclair	868 pacientes	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e telerradiografias	25 pacientes apresentaram RR > 25% nos 4 Inc Sups. Não houve diferença estatisticamente significativa para exodontias, uso de elásticos Classe II e elásticos Classe I. expansão da maxila, overjet e overbite, movimento intrusivo ou extrusivo dos Inc Sup, comprimento das raízes, fios ortodônticos ou acessórios colados nos dentes. Aumento de risco de RR em casos que se necessite deslocamento horizontal das raízes, pressão excessiva da língua e forma radicular anômala. A forma e densidade óssea não foram fatores significantes na origem de RR apical.
2004	Otis, Hong e Tuncay	22 pacientes com idade ≈ 14,9 anos e tempo TO ≈ 26,1 m.	Estudo baseado na comparação telerradiografias	Alterações de angulação entre o dente, a película radiográfica afetam a imagem do dente. Então, comparação entre películas radiográficas antes e depois do TO pode levar a concluir-se erradamente sobre uma diminuição do comprimento ou mesmo aumento do comprimento da raiz dependendo da direção de alteração do ângulo.
2004	Brezniak			Os resultados sugerem uma expressão diferencial das proteínas da matrix extracelular em relação às raízes de dentes deciduos e definitivos que poderiam atuar como um sinal de adesão odontoclástica seletiva e a RR posterior da superfície das raízes dos dentes deciduos.
2004	Lee, Schneider, Finkelstein e Southard	14 dentes deciduos e 12 dentes definitivos	Estudo Bioquímico	Os dentes expostos a LIPUS apresentavam áreas menores de RR.
2004	El-Bialy, El-Shamy e Garber	12 pacientes, 6 foram ativadas molas vest. c/ 50g de força + aplicação de LIPUS	Estudo Histológico	Cicatrização da Superfície radicular absrovida, ocorrendo hiperementose. O LIPUS apresenta-se como um método não invasivo de resução da RR.
2005	Han, et al.	9 pacientes (18 PM) idade ≈ 15,3 anos	Estudo Histológico	Todos os PM do Grupo experimental e 5 dentes do GC apresentavam sinais de RR. As forças intrusivas aumentaram 4 vezes mais a RR relativamente à extrusiva.
2005	Smale, et al.	290 pacientes idade ≈ 19,2 anos Ap. F. pré-ajustado	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	RR ≈ dos Inc Cent Sup = 0,48mm; dos Inc Lat Sup = 0,59mm. Os Inc Cent Sup c/ raízes dilaceradas e Inc Lat Sup c/ raízes estreitas e longas constituíam fatores de risco para a RR. Não foram fatores de risco: fios retangulares, trauma dentário pré-tratamento e Inc com irregularidades na coroa.
2005	Artur, et al.	247 pacientes c/ idades 10-57 anos T1: antes do TO T2: 6m. após início TO T3:12m. após início TO	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	T3: 20,2% dos Inc apresentavam + de 1 dentes c/ + de 2,0mm de RR; 7,7% dos pacientes c/ + de 1 dente c/ + de 3,0mm de RR; 5,3% dos pacientes + de 1 dente c/ + de 4,0mm de RR. A RR foi + pronunciada de T2 para T3 em pacientes c/ + 1 ou + dentes c/ + de 1,0mm de RR e > de 2,0mm de RR de T1 para T2 do que os que não apresentavam. Pacientes c/ sinais de RR durante os primeiros 6m. De TO ativo estão mais propícios à RR nos seguintes 6m., do que os sem sinais de RR.
2005	Ari-Demirkaya, Masry e Ervedi	16 pacientes com mordida aberta GC: 16 pacientes sem TO	Estudo baseado na comparação de radiografias ortopantomografico	A RR do 1º Molar sup com movimento de intrusão de ancoragem esquelética não era significativa clinicamente.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

2005	Holberg, Steinhauser, Geis e Rudzki-Janson	417 dentes (208 c/ CBCT e 209 c/ CT dentário)	Estudo baseado na comparação de CBCT e CT dentário	O CT dentário ainda representa o padrão-ouro para inspecionar as raízes dentárias e seu osso circundante.
2005	Han	9 pacientes c/ idade \approx 15,3 anos GC: 6 pacientes	Estudo baseado em MEV	A RR ocorre principalmente na parte apical das raízes de ambos os grupos experimentais. A RR das superfícies radiculares mesial e distal nos dentes intruídos foi de $5,78 \pm 3,86\%$ e nos dentes extruídos foi de $1,28 \pm 1,24\%$. Foi encontrada uma diferença significativa entre RR no grupo de intrusão e o grupo controle, mas não entre o grupo de extrusão e controle. O movimento de intrusão origina cerca de 4 vezes mais RR que o movimento de extrusão.
2005	Villa, et al.	34 1º PM sups foram avaliados em doentes a tomar nabumetona. 17 pacientes tomaram placebo.	Estudo Histológico	A nabumetona foi útil na redução da pulpite, a RR externa e dor causada pelo movimento ortodôntico intrusivo, sem alterar o movimento do dente em resposta à aplicação de força ortodôntica.
2006	Al-Qawasmi	8 estripes puras de ratos machos (camundongos)	Estudo Histológico	A variação na gravidade da RR associada à força ortodôntica entre diferentes linhagens de camundongos isogênicos, quanto ao gênero, idade, alimentação, habitat, magnitude e duração da força ortodôntica são controlados suportam a hipótese de que a susceptibilidade ou resistência à RR associada com força ortodôntica é geneticamente influenciada.
2006	Nishioka et al.	60 pacientes c/	Estudo retrospectivo	Os registros revelaram incidência de alergias e morfologia radicular anormal maior no grupo com RR. A incidência de asma também tendeu a ser maior no grupo de RR. Concluiu que as alergias, asma e morfologia radicular anormal podem ser fatores de alto risco para o desenvolvimento de RR excessiva durante a movimentação dentária ortodôntica
2006	Chutimanutskull et al.	8 pacientes (16 1ºs PM sup) idade \approx 14,8 anos	Estudo Histológico	A dureza e módulo de elasticidade do cimento no grupo força leve eram maiores do que no grupo força pesada em todas as superfícies. A dureza e módulo de elasticidade do cimento foram afetados pela aplicação de forças.
2006	Casa, Faltin M, Faltin K. e Arana-Chavez	14 pacientes (28 1ºs PM) idade 13-16 anos	Estudo Histoquímico e MET	As zonas de reabsorção tal como aumento de células clásticas foram encontradas na superfície de cimento nas áreas de pressão e aumento com a duração de força aplicada. Alguns sinais de reparação de cimento foram também visualizados mesmo com a manutenção do nível da força.
2006	Harris, Jones e Darendellier	27 pacientes (54 PM)	Estudo de Tomografia X-ray	O volume de RR após intrusão é diretamente proporcional à magnitude da força aplicada no movimento intrusivo. Os volumes médios de RR no grupo força leve e força pesada foram 2 e 4 vezes maiores do que o grupo controle, respectivamente.
2007	Janson, et al.	72 pacientes (24 com Ap. Frankel, 24 com Ap. Guia eruptiva, 24 sem tratamento)	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	Observaram significativa RR no 1º e 2º grupo. Uma incidência decrescente de: Inc Cent sup > Inc Lat Sup > Inc Cent Inf > Inc Lat Inf

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

2007	Apajalahti e Peltola	601 pacientes com idades 8-16 anos tratados com Ap. Rem. e Ap. Fixo	Estudo retrospectivo de análise de ortopantomografias	Inc Sups apresentavam RR mais frequentemente que os Inc Infs. Com um tratamento com Ap. Fixo de longa duração, o risco de RR severa aumenta.
2007	Santos, et al.	20 pacientes (G1 com Edgewise c/ acessórios padrão e fios de Aço; G2 c/ Edgewise c/ acessórios programados e fios de Ni-Ti)	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	G2 apresentou menores graus de RR apical em comparação com G1.
2007	Hohmann, et al.	PMs	Estudo de EMV e Tomografia	Quando a pressão hidroestática for superior à pressão arterial capilar do ligamento periodontal, aumenta o risco de RR.
2007	van Leenen, et al.	31 pacientes com idades ≈ 13,5 anos tratados com técnica Tip-Edge	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	A diminuição do comprimento da raiz foi observada em 70% dos Inc Cent no fim do tratamento e 76% dos Inc Lat. Antes do início da fase de torque, 48% dos Inc Cent apresentaram RR e 53% nos Inc Lat. Tanto nos Inc Cent como Lat apresentam elevado grau de incidência de RR na fase de torque e nas fases sem torque usando a técnica Tip-Edge.
2007	Freitas, et al.	120 pacientes com mordida aberta e com overbite normal	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	A RR foi semelhante entre os protocolos de tratamento de mordida aberta e overbite normais, mas o tratamento recorrendo a extração apresentou RR maior do que o tratamento sem extrações.
2007	Consolaro		Artigo de Opinião	As ortopantomografias não são indicadas para o diagnóstico de RR. Prevalência de RR ≈ 6-10% No diagnóstico deve ser incluído uma análise minuciosa de radiografias periapicais de todos os dentes.
2007	Pizzo, Licata, Guiglia e G. Giuliana		Revisão da literatura	Fatores de Risco para a RR: duração do tratamento, magnitude da força aplicada, direção do movimento do dente, método de aplicação da força, movimento ortodôntico, suscetibilidade individual, doenças sistêmicas, anomalias na morfologia da raiz, trauma dentário e TER prévio.
2008	Dudic, et al.	16 pacientes (29 PM)	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e micro-TC	Micro-TC: 86% dos dentes movimentados e 21% dos dentes contole apresentaram RR apical Radiografias periapicais: 55% dos dentes movimentados e 5% dos dentes controle apresentaram RR apical O método radiológico mostrou uma especificidade de 78% e uma sensibilidade de 44%, o que significa que menos do metade dos casos com RR identificados usando micro-CT foram identificados por radiografia.
2008	Abass	(Ratos) Camundongos isogênicos	Estudo de EMV	Os resultados fornecem evidência de um componente rastreável e poligenética afetando a RR associada com forças ortodônticas em camundongos.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

2008	Gonzales, et al	Ratos	Estudo de EMV tridimensional	Usando forças com sentido mesial, as forças leves produzem mais movimento dentário e menor RR, quando comparadas com forças mais pesadas.
2008	Chiqueto, Martins e Janson	60 pacientes c/ Classe I e II divisão 1 com tratamento sem extrações	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	Acentuar e inverter a curva de Spee nos arcos para corrigir a sobremordida profunda apresentam maior grau de RR do que as mecânicas não-intrusivas.
2009	Wierzicki, et al.	10 PM (5 extraídos antes de tratamento e 5 após 1 ano de tratamento.	Estudo baseado em micro-TC	Nos dentes que sofreram tratamento ortodôntico verificou-se significantes sinais de RR quando comparados com os dentes sem tratamento ortodôntico.
2009	Consolaro, Consolaro		Revisão da literatura	As pesquisas nas quais se procura estabelecer a hereditariedade como fator de susceptibilidade não conseguem comprovação ou apresentam falhas na metodologia, tornando inconclusivos estes trabalhos
2009	Ballarde, Jones, Petocz e Darendeliler	8 pacientes (16 1 ^{as} PM Sup)	Estudo baseado em tomografia computadorizada	Forças intermitentes produzem menos RR do que forças contínuas.
2009	Paetyangkul, et al.	10 pacientes (40 1 ^{as} PM) idades≈ 14,3 anos	Estudo baseado em micro-TC	O volume de crateras e reabsorção óssea induzida por forças bucalmente dirigidas durante 12 semanas, foi diretamente proporcional à magnitude da força. Os PM sup parecem ser mais suscetíveis à RR do que os PM inf.
2009	Siqueira	19 pacientes c/ idade entre 8-10 anos tratados com Ap. Extra Oral de tração alta.	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	O uso de Ap. Extra-oral não influencia negativamente na formação radicular e não provocou RR apical nos Ms submetidos à ação do aparelho.
2009	Gonzales, et al	60 ratos Wistar masc. foram administrados: aspirina, acetaminofeno, meloxicam, celecoxib e prednisolona	Estudo baseado em scanner eletrônicos e microscópio laser tridimensional e telerradiografias	O grupo a quem foi administrada prednisolona e alta dose de celecoxib apresentaram menos RR e menor movimentação dentária.
2010	Jiang, McDonald e Fu	96 pacientes C/ idade entre 9-34 anos	Estudo baseado na comparação ortopantomografias	A idade do paciente e a duração aumentada de tratamento estão mais associadas com a RR e que a presença de RR no início do tratamento está associada com a RR encontrada no fim do tratamento, principalmente nos dentes superiores anteriores.
2010	Huang, Wang Zhang e Liu	52 pacientes tratados com extração de 4 1 ^{as} PM e fecho espaços	Estudo baseado na comparação ortopantomografias	Não observaram diferença na quantidade de encurtamento de raiz entre os procedimentos de fecho de espaços.
2010	Choi, Baek, Lee e Chang	54 ratos Wistar masc. foi administrado clodronato	Estudo baseado em análises histomorfométricas	Embora o clodronato possa diminuir a RR em relação à movimentação ortodôntica, o paciente deve ser informado sobre uma possível diminuição na quantidade de movimentação dentária e um período prolongado de tratamento ortodôntico.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

2010	Weltman, et al.		Revisão da literatura	Os resultados foram inconclusivos quanto aos procedimentos clínicos que devem ser observados contendo existe evidência científica que apoia o uso de forças leves, especialmente na movimentação intrusiva dos incisivos.
2011	Lund, et al.	152 pacientes	Estudo baseado na comparação CBCT	No fim do tratamento observaram que 94% dos pacientes apresentavam pelo menos 1 raiz com diminuição do comprimento da raiz > 1mm
2011	Brin e Bollen	48 pacientes tratados c/ extrações seriadas	Estudo baseado na comparação telerradiografias	Os dentes Sup e dentes anteriores foram significativamente associados com o grau de RR. AS extrações seriadas não previnem a RR externa apical quando é necessário mecanoterapia posterior.
2011	Ramos, et al.	50 pacientes	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e análise de saliva	Variações da resposta imune sistêmica e local aos antígenos dentinários podem ocorrer durante o tratamento ortodôntico. altos níveis de SLgA salivares antes do tratamento estão associados com lesões mais avançadas após 6 meses de tratamento.
2011	Motokawa, et al.	243 pacientes tratados c/ Ap. Fixo c/ idades entre 9-51 anos	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais	O tratamento ortodôntico com extrações, a longo prazo da utilização de um aparelho MEAW e elásticos, o tempo de tratamento, e distância do movimento dentário são fatores de risco para a RR severa.
2011	Makedonas, Lund, Grondahl e Hansen	97 pacientes c/ idades 10-18 anos	Estudo baseado na comparação Cone-beam	RR menor em 10% dos pacientes e severa em 4 pacientes. Os dentes mais afetados situaram-se na maxila, principalmente Incis.
2011	Liu, Xu, Eb e Wang	64 ratos Wistar masc. submetidos a LIPUS	Estudo baseado na comparação de MEV e exame histológico	Os grupos tratados com LIPUS apresentaram uma diminuição do índice de RR. O uso de LIPUS regula a diferenciação dos osteoclastos evocando um efeito repressor sobre a RR ortodonticamente induzida me ratos Wistar.
2011	King, et al.	15 pacientes (30 1ºPM sup)	Estudo baseado na comparação de micro-TC	Foi encontrada uma diferença significativa entre RR entre forças leves e pesadas. A RR maior foi encontrada em áreas sob pressão quando comparada com áreas sob tensão.
2011	Curl e Sampson	18 ratos Sprague-Dawley, tratados com osteoprotegerina	Estudo baseado na comparação de imunomarcagem	O processo de reparação da RR foi maior no ratos tratados com OPG
2011	Sunku, et al.	36 pacientes	Estudo baseado na comparação de análise software	A extração de dentes antes do início do tratamento e a duração do tratamento ortodôntico foi positivamente correlacionada com a quantidade de RR. A avaliação das mudanças de densidade em radiografias de tratamento de pacientes submetidos a tratameto ortodôntico pode ajudar no monitoramento de RR externa apical.

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

2011	Paetyangkul, et al.	36 pacientes (54 1ºPM sup)	Estudo baseado na comparação de micro-TC	diferenças significativas no grau de RR foram encontradas entre 4, 8 e 12 semanas de aplicação da força, com RR substancialmente mais severa nos grupos de maior duração da força. A força leve produziu RR significativamente menor que a força pesada.
2011	Karadeniz, et al.	48 pacientes tratados com fluor em altas e baixas concentrações	Estudo baseado na comparação de micro-TC	O fluor reduziu o volume das crateras de RR em todos os grupos, contudo, este efeito foi significativamente diferente com aplicação de forças pesadas. AS forças pesadas originaram crateras de RR maiores que as forças leves.
2011	Bartley, et al.	15 pacientes (30 1ºPM sup)	Estudo baseado na comparação de micro-TC	A RR foi mais observada na região apical do que nas regiões média e cervical. Só houve diferença significativa entre os 2 níveis de força apenas na região apical.
2011	Zahrowski e Jeske	11 ensaios clínicos randomizados	Revisão da literatura	RR apical externa tem uma etiologia multifatorial, está associada a ortodontia abrangentes, apoia a utilização de forças leves especialmente durante a intrusão de dentes.
2011	Sirisoontorn, et al.	10 ratas ovariectomizadas	Estudo baseado na comparação de micro-TC	A ovariectomia não só afeta a movimentação dentária e a RR. O movimento dentário no grupo experimental foi mais rápido que no grupo de controle. A quantidade de RR no grupo experimental foi mais grave do que o grupo de controle.
2012	Sirisoontorn, et al.	15 ratas Wistar tratadas com ácido zoledrônico e ovariectomia	Estudo baseado na comparação de MEV e exame histológico	Observaram diferenças significativas nos valores da movimentação dentária e RR ortodonticamente induzida entre o grupo de ovariectomia e grupo controle, e também entre os grupos ovariectomia e ovariectomia associado a ácido zoledrônico. O ácido zoledrônico inibiu o movimento dentário e reduziu a severidade da RR.
2012	Baysal, et al.	25 indivíduos	Estudo baseado na comparação Cone-beam	A maior diminuição de volume observou-se na raiz mesiovestibular do 1ºM. A raiz menos afetada foi a raiz distovestibular do 1ºM. Todos os dentes analisados, a diferença de volume radicular pré e pós-expansão foi estatisticamente significante.
2012	Iglesias-Linares, et al.	146 PM sup obturados endodonticamente	Estudo baseado na comparação radiológica	Não observaram diferença na IL-1A, contudo puderam observar que quando se expressava IL-1B, os dentes obturados endodonticamente apresentavam duas vezes mais risco de sofrerem RR pós-tratamento ortodôntico que os dentes vitais.
2012	Yu, He e Chen	32 indivíduos (121 dentes anteriores)	Estudo baseado na comparação ortopantomografias Rx periapicais e CBCT	As radiografias periapicais e ortopantomografias apresentavam precisão de 53,7% e 67,8%, respectivamente, considerando-os deste modo, meios de diagnóstico pobre de RR.
2012	Simplicio, Silva, Caldas e Santos-Pinto	22 pacientes com idades 12-25 anos	Estudo baseado na comparação de radiografias periapicais e telerradiografias	Observaram RR significativa durante a retração dos Inc, mas isso não foi relacionado com movimento ou a inclinação do ápice da raiz de quase todos os dentes. Após a fase de retração a RR ocorreu em todos os Inc avaliados, mas foi mais significativa no Inc Lat inf direito. A RR que ocorre não foi relacionada ao movimento ou inclinação do ápice radicular, exceto para o movimento vertical do ápice do Inc Cent Inf esquerdo e a inclinação do Inc Lat Sup direito

Reabsorção Radicular – Repercussões no Tratamento Ortodôntico.

Revisão bibliográfica no período de 2000 a 2012.

2012	Leite, et al.	19 pacientes tratados com Ap. pré-ajustado convencional e Ap. auto-ligado	Estudo baseado na comparação de CBCT	Embora a RR ocorreu em todos os dentes avaliados, o desenho dos braquetes não demonstrou qualquer influência sobre os resultados observados.
2012	Wu, et al.	15 pacientes (30 1ºPM sup)	Estudo baseado na comparação de Micro-TC	Forças pesadas rotacionais causaram RR mais do que as forças rotacionais leves. As áreas de compressão apresentaram RR significativamente maior do que outras áreas em todos os níveis da raiz.
2012	Fonseca, et al.	25 ratos Wistar submetidos a terapia com irradiação LED	Estudo baseado em análise histológica	Os resultados sugeriram aos autores que a terapia com Led melhorou o reparo do tecido periodontal e ocorreu diminuição da inflamação e RR após a aplicação de força ortodôntica.
2012	Kamble, Lohkare, Hararey e Mundada	Estudo com recurso a modelos de elementos experimentais	Estudo baseado na comparação de Micro-TC	O padrão de distribuição de tensões indica que os Inc Cent Sups com morfologia de raiz dilacerada estão me maior risco de RR.
2012	Zhao, et al.	18 ratos Wistar que receberam o gene de osteoprotegerina	Estudo baseado na comparação de Micro-TC	Os resultados indicam que a transferência do gene osteoprotegerina aumentou significativamente a reparação da RR durante a retenção.
2012	Montenegro, et al.	10 pacientes (20 1ºs PM sup)	Estudo baseado na comparação de Micro-TC	A maior RR foi observada após forças pesadas extrusivas quando comparadas com as forças leves. As superfícies distais da raiz dos dentes foram significativamente mais afetadas que as outras superfícies radiculares.
2012	Llamas-Carreras et al.	38 pacientes com 1 Inc obturado endodonticamente	Estudo baseado na comparação de radiografias	Não existe diferença significativa na quantidade ou gravidade da RR durante o movimento ortodôntico entre raízes obturadas de incisivos e os dentes contralaterais com polva vitais.
2012	Van Vlijmen, et al.		Revisão da literatura	Concluíram não existir qualquer evidência de alta qualidade sobre os benefícios do uso de CBCT em ortodontia.